

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kiefer-
krankheiten der Universität Marburg

Direktor: Prof. Dr. med. et Dr. med. dent. H. Heuser

Aus dem Institut für Strahlenbiologie und Isotopenforschung
der Philipps-Universität Marburg/Lahn

(Direktor: Professor Dr. med. Dr. rer. nat. E. H. Graul)

**Untersuchungen
über die Wandständigkeit
der Wurzelkanalfüllmaterialien
„HERMETIC“ und GUTTAPERCHA
mit Hilfe von Autoradiographien
und der CERENKOV-Strahlung**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnheilkunde
der hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von
Gert Haedke
aus Stuttgart

Marburg 1967

Fotodruck von Erich Mauersberger in Marburg

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kiefer-
krankheiten der Universität Marburg

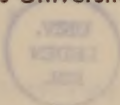
Direktor: Prof. Dr. med. et Dr. med. dent. H. Heuser

Aus dem Institut für Strahlenbiologie und Isotopenforschung
der Philipps-Universität Marburg/Lahn

(Direktor: Professor Dr. med. Dr. rer. nat. E. H. Graul)

**Untersuchungen
über die Wandständigkeit
der Wurzelkanalfüllmaterialien
„HERMETIC“ und GUTTAPERCHA
mit Hilfe von Autoradiographien
und der CERENKOV-Strahlung**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnheilkunde
der hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps-Universität Marburg



vorgelegt von

Gert Haedke

aus Stuttgart

Marburg 1967

Fotodruck von Erich Mauersberger in Marburg



Angenommen von der Medizinischen Fakultät
der Universität Marburg am 19.Dezember 1967

Dekan: Prof.Dr.med.R.Siegert

Referent: Prof.Dr.med.dent.H.Pantke

Korreferenten: Prof.Dr.med.Dr.med.dent.habil.H.Heuser

Doz. Dr.agr.E.Schaumlöffel

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A. Einleitung	1
B. Hauptteil	3
I. Literatur	3
II. Das Untersuchungsmaterial	10
1. Die Wurzelkanalfüllmaterialien	10
a.) HERMETIC	10
b.) GUTTAPERCHA-POINTS	15
2. Die Zähne	20
3. Die Füllung der Wurzelkanäle	21
4. Das Radioisotop ^{32}P	23
5. Die Herstellung der Schnitte	24
III. Die Radioaktivitätsbestimmung mit Autoradiographien	28
1. Allgemeines	28
2. Untersuchungsergebnisse	28
IV. Die Radioaktivitätsbestimmung mittels der CERENKOV-Strahlung	34
1. Allgemeines	34
2. Spezielles	36
a. Die Probenaufbereitung	36
b. Die Versuche	37
3. Die Untersuchungsergebnisse	38
V. Diskussion der Ergebnisse	47
C. Zusammenfassung	50
D. Literatur-Verzeichnis	51

A. EINLEITUNG

Jede nicht einwandfrei durchgeführte Wurzelkanalbehandlung kann Ursache einer sogenannten dentogenen Herderkrankung sein.

Die Aufgabe des Zahnarztes ist es, den Wurzelkanal dicht abschließend zu füllen. Bevor jedoch die Wurzelkanalfüllung durchgeführt werden kann, muß der Kanal bis in den apikalen Bereich hinein von Resten des Pulpagewebes und den innersten Wandschichten befreit werden. Diese Maßnahme ist erforderlich, um den Keim- und Eiweißgehalt so niedrig als möglich zu halten. Da jedoch nicht sicher ist, ob durch diese Vorbereitungen und durch vorausgehende Desinfektion alle Bakterien beseitigt sind und außerdem Spuren von Eiweiß in den Dentinkanälchen stets zurückbleiben, ergibt sich die Forderung nach einer den Wurzelkanal hermetisch abschließenden Füllung.

Neben diesen dichten Abschluß des Wurzelkanales durch das Füllungsmaterial stellt HEUSER die Versorgung der Wunde am Apex und die Verhütung einer Reinfektion.

Andere Forderungen (MILLER, LIEBAU u.a.) hat H.TSCHAMER in der folgenden Übersicht zusammengestellt:

1. Leichte Einführbarkeit
2. Reizlosigkeit gegenüber Weichgewebe
3. Volumenkonstanz
4. Adhäsionsvermögen
5. Keine Porosität
6. Unlöslichkeit
7. Widerstandsfähigkeit gegen Feuchtigkeit
8. Röntgendichtigkeit
9. Anhaltendes Desinfektionsvermögen
10. Sterilität
11. Mittlere Erstarrungszeit
12. Leichte Entfernbareit

Die unter Punkt 3., 4., 5., 6., 7., genannten Eigenschaften entsprechen wohl maßgeblich dem Wunsch nach Dichte einer Wurzelkanalfüllung.

Unsere Aufgabe bestand nun darin, mit Hilfe von radioaktiven Isotopen - in unserem Falle ^{32}P - die Material- und Wanddicke der Wurzelkanalfüllmittel GUTTAPERCHA-POINTS und HERMETIC (früher FOKALMINZEMENT) sowohl qualitativ als auch quantitativ zu untersuchen, da die bisher vorliegenden Untersuchungen mit radioaktiven Substanzen nur qualitativer Natur waren.

B. HAUPTTEIL

I. Literatur

Im Verlauf von annähernd einhundert Jahren tauchen in der Literatur stets neue Angaben auf, die über effektiv gute und über jeden Zweifel erhabene Wurzelkanalfüllmaterialien berichten. Es wurde immer wieder versucht, Füllungsmaterialien zu finden, die eine Reinfektion des Wurzelkanals unmöglich machen. Dies erstrebte man, wie aus der nachfolgenden, chronologisch geordneten Literaturübersicht zu ersehen ist, auf verschiedene Weise.

CHASE schildert 1878, "daß er seit mehreren Jahren Wurzelkanäle mit einer Mischungslösung von Gummilack fülle. Die Kanäle mögen gewunden sein, wie sie wollen, die Lösung füllt sie bis zum Ende".

Im Jahre 1910 berichtet DEPENDORF über die bis dahin verwendeten Wurzelfüllmaterialien und ihren Wert. Er und SCABO untersuchten speziell die Zementgruppe und zeigten dabei, daß diese Materialien durch ihre stark saure Reaktion in noch nicht erstarrtem Zustand antiseptisch wirken, diese Eigenschaft jedoch später verlieren. Als Nachteil bemerken die genannten Autoren, daß Zemente schwer einzuführen sind und am Foramen apicale entzündungserregend wirken, außerdem porös, nicht wandständig und schwer zu entfernen sind. Zu ganz ähnlichen Ergebnissen kam auch WEISER 1913.

Die seit 1920 verwendete Harz-Guttapercha bezeichnete ORTH 1926 als nicht bakteriendicht und sah in der Verkieselungsmethode nach SCHRÖDER einen großen Fortschritt. Dabei werden jedoch die periapikalen Bezirke außer Acht gelassen, an welchen es hierbei leicht zu toxischen Einwirkungen kommt.

WALKHOFF weist 1929 auf die Bedeutung der Verzweigungen der Pulpa hin, welche PREISSWERK als erster beschrieben

hatte, diese müssen nach WALKHOFF bei einer Wurzelkanalbehandlung berücksichtigt und ebenfalls abgefüllt werden. HELLER und HESSE haben in breitesten Untersuchungen nachgewiesen, daß die Verzweigungen nicht nur am Foramen, sondern in allen Abschnitten des Wurzelkanales auftreten können. Daher fordert WALKHOFF ein Mittel, das dauernd, eventuell gasförmige Anteile abspaltet, die antiseptisch wirken, da die Seitenkanäle sonst nicht beeinflußt werden können. Die von ihm entwickelte Wurzelkanalfüllpaste enthält: Jodoform und Chlor-Phenol-Kampfer-Menthol.

MÜLLER (1929) hat sich besonders mit Eugenol-haltigen Mitteln beschäftigt. Er warnt vor der Schädlichkeit von Eugenol, das durch seine starke Reizwirkung in den markantesten Fällen zur Granulombildung an der Wurzelspitze führen soll; zu demselben Ergebnis kam LÜTHI.

HEDSTRÖM, der 1932 die Forderung nach einer vollständigen Reizlosigkeit der Materialien gegenüber den Geweben nochmals besonders herausstellte, konnte zeigen, daß Guttapercha, Paraffin, Harze und Zinkoxydpasten keine genügende Viscosität besitzen; außerdem sollen sie schrumpfen und so zwischen Wurzelkanalfüllung und Kanalwand einen leeren Raum entstehen lassen. Er weist ferner darauf hin, daß die Klebekraft einer Füllung deren Wandständigkeit mitgarantiert. Nach seinen Erfahrungen sind Zinkoxydpasten weniger geeignet, da in ihnen Fäulnis entsteht, sobald die Bindemittel und Antiseptica ausgelaugt sind. HEDSTRÖM verwendet deshalb eine Mischung aus Benzol und syrischem Asphaltit = Alytit, welches unlöslich in Wasser, Säuren und Alkalien ist.

Die Durchlässigkeit von Wurzelkanalfüllungen für Farbstoffe und Bakterien prüfte 1930 BARDASZOWNA. Sie kam zu dem Ergebnis, daß von den untersuchten Materialien Guttapercha und Thymolzement am wenigsten durchlässig sind.

Im Gegensatz dazu weist CSERNYEI 1931 auf Grund von Tierversuchen "unter absolut sicheren Kautelen" darauf hin, daß Guttapercha kein bakteriendichter Verschluß für eine Wurzelkanalfüllung ist.

Ungefähr zur selben Zeit werden Methoden der Füllung mit Feingoldobturatoren (WERKENTHIN) bekannt, die mit einer Spezialpaste in den Wurzelkanal einzusetzen sind, außerdem sind Asphalinfüllungen (M.SCHWARZ) und die sogenannte Wiener Wurzelfüllung mit Silberpulver, welches durch seine oligodynamische Wirkung antiseptisch ist, und die Füllung aus Jodoformzement mit Silberbeimischung (SCHLEMMER) empfohlen worden.

WANNENMACHER erinnert 1934 an die Feststellungen von WALKHOFF, PICHLER, PRINZ, STEIN u.a., daß es praktisch möglich ist, vollkommene Wurzelkanalfüllungen auszuführen. Er weist u.a. mit Nachdruck darauf hin, daß das Material nicht ätzend sein und desinfizierend wirken muß. Der Reiz des Materiales als Fremdkörper in periapikalen Parodontium sollte auf ein Minimum beschränkt sein.

Mit Dentinsplittern als möglichst indifferentem Mittel unternahm HELLNER die ersten Versuche, SCHLEMMER nahm Elfenbeinpulver und KRÄHENBÜHL verwandte Mischungen aus Elfenbeinpulver und Dentinsplittern.

Die bis zum Jahre 1935 angewendeten Wurzelkanalfüllmaterialien hat ALTE zusammengestellt:

- "1. Guttapercha-Chloroform-Harz (nach HALL)
2. Syrischer Asphaltit (Glanzpeche) in Benzol (HEDSTRÖM)
3. Neoreorganlösung und Ochsen-galle mit festem Point (BACH)
4. Metallischer Silber-niederschlag (HOWE)
5. Feingoldobturatoren (WERKENTHIN)
6. Silberpulver (SCHWARZ)
7. Jodoformpaste (WALKHOFF)
8. Jodoformzement (SCHLEMMER)
9. Triopaste (GYISI)

10. Resorcin-Formalin-Gemisch (ALBRECHT)
11. Fischgräten (LEWOWITSCH)
12. Elfenbeinspitzen
13. Dentinsplitter."

Eine Einteilung nach anderen Gesichtspunkten gibt
FREITAG 1938:

- "1. Weichbleibende Massen
2. Weiche und dann erstarrende Massen
3. Weichbleibende Massen mit festem Kern
4. Feste, kompakte Massen."

Er vermerkt u.a. zu Gruppe I:

Die weichbleibenden Materialien sind ungeeignet, da sie in mehr oder weniger kurzer Zeit resorbiert werden und so ein toter Raum entsteht. Ähnliches gilt auch für die Klassen der Gruppe 3. Feste, kompakte Klassen (Gruppe 4) sind völlig ungeeignet, da sie nur zum geringen Teil wandständig sein können. Die Forderung nach gutem Verschuß und Wandständigkeit wird nach FREITAG von Chloroperchapaste weitgehend erfüllt, vor allem, wenn ein Zusatz von 1% Thymol die vorzeitige Zersetzung der Paste verhindert; ein 2%iger Jodoformzusatz fördert die bakterizide Eigenschaft.

FREITAG bemerkt 1943 ferner, daß Druckschwankungen einen Einfluß auf die Stabilität der Füllungen haben. Dabei genügen Druckdifferenzen von 20 mm H₂O zwischen Mundhöhle und Wurzelkanal, ebenso sollen Temperaturschwankungen wirken. Die genannten Faktoren verursachen, daß schwankende Druck- und Saugeffekte Gewebsflüssigkeit in den Wurzelkanal eindringen lassen, welches auch für den Speichel zutreffen kann.

HEISS hat 1941 nachgewiesen, daß plastische Wurzelkanalfüllmaterialien besonders anfällig sind gegenüber äußeren Einwirkungen und somit ein Eindringen von Flüssigkeiten erlauben, was einer Reinfektion gleichkommt. Um die

Schrumpfung von plastischen Materialien zu verringern, ist es nach diesem Autor notwendig, der Kontraktion durch Nachschieben von geeigneten Stiften in die noch plastische Masse entgegenzuwirken. Dazu eignen sich nach HEISS Guttapercha-, Kunststoff- und Silberstifte. Mit Aptal-Harz-Chloropercha verschmelzen die Guttapercha- oder Kunststoffstifte vollkommen, da sie sich durch den Chloroformgehalt an der Oberfläche etwas anlösen. "Dies ermöglicht auch ein Nachstopfen von wesentlich mehr Stiftmaterial und dadurch wird die Kontraktion ausgiebig kompensiert, sodaß auf diese Weise eine vollständige, dichte Wurzelkanalfüllung zu erzielen ist." (HEISS)

Durch bakteriologische Untersuchungen von SCHLESINGER und solche von KOSTECKA (1941) mit *Bact. prodigiosum* wurde nachgewiesen, daß Wurzelfüllmaterialien, welche als Pasten oder Zemente vorliegen, aufgelöst werden können. Dies bestätigte die Beobachtungen von SOBKOWIAK, daß Jodoformpaste in vivo infolge Sekretstauung (HESS) gelöst wird.

TRAUNER befürwortete 1951 wieder die Abfüllmethoden der Wiener Schule (PICHLER, SMREK, GOTTLIEB, u.a.) mit wasserfesten Massen.

Die Unzulänglichkeit der löslichen Materialien betonten auch HEUSER und SCHUG-KÖSTERS (1951). HEUSER sagte im Zusammenhang mit den von einigen Autoren empfohlenen Wurzelkanalfüllmaterialien auf Calciumhydroxydbasis, "daß diese noch nicht in der Lage sind, das Gebiet des Foramen apicale zur Obliteration zu bringen. Deshalb ist die Füllung mit Guttapercha zum dichten Verschuß des Wurzelkanales durchaus ausreichend. Eine Desinfektion in verschiedenster Weise ist notwendig, jedoch heilen auch ohne solche Vorbehandlung Herde mit bestem Erfolg aus." Ähnliche Erfahrungen hat PRINZ gesammelt. Auch TSCHAMER konnte in sehr vielseitigen Versuchsreihen feststellen, daß nicht durch die Desinfektion allein der Erfolg einer Wurzelkanalfüllung gesichert ist. Die Möglichkeit eines

bakteriziden Zusatzes lehnt er nur unter den Umständen ab, wenn das Wurzelkanalfüllmaterial dadurch in seinen guten Eigenschaften (Dichte, Festigkeit) beeinträchtigt wird.

AKÖZSOY (1954) kommt auf Grund seiner Erfahrungen zu der Feststellung, daß in allen Materialien, welche "der Forderung einer dauerhaften, guten Masse entsprechen, Zinkoxyd enthalten ist, welches sich jedoch zu Teilen durch Lanolinum anhydricum ersetzen läßt". Wieweit aber die dadurch erzielte Klebrigkeit eine Verbesserung bedeutet, konnte er nicht klären.

Die Frage nach der Verträglichkeit resp. Reizlosigkeit gegenüber den Geweben ist, wie schon MÜLLER, HEDSTRÖM u.a. betonten, auch für alle Wurzelkanalfüllmaterialien eine unausweichliche Forderung. Auf Grund von pathohistologischen Versuchen ist auch jede überstopfte Wurzelkanalfüllung als Fremdkörper mit seinen lokalen und Fernwirkungen anzusehen. Wieweit dieser Fremdkörper jedoch aktiv ist, liegt an der Art seiner molekularen Konsistenz. BERNHARDT und EULIG untersuchten 1953 insbesondere das Verhalten von Guttapercha und Kunststoffen gegenüber Subcutis und Muskulatur und konnten feststellen, daß Guttapercha nahezu reizlos im Gewebe liegt und auch ohne Komplikationen einheilt. Lösen sich aber aus den Materialien durch den sie umgebenden Säftestrom über lange Zeit hin Partikel heraus, so hat dies eine dauernde Alteration des Gewebes zur Folge.

Die Ergebnisse von FECHTER (1948) mit Silberamalgamfüllungen der Wurzelkanäle sind nicht so vorteilhaft, wie er zunächst annahm. 1955 zweifelt FECHTER selbst an der Reizlosigkeit, da er zugesteht, daß sich am Apex flüssiges Amalgam bildet und an dieser Stelle toxisch wirkt. Trotzdem fordert er ein Überstopfen aus "Sicherheitsgründen".

Auch HEUSER spricht sich 1951 für die Maßnahme der Über-

füllung und gegen ein "zu wenig" aus. Dagegen lehnen die Wiener Autoren PISCHINGER, ALTMANN, ARNOLD u.a. in den folgenden Jahren eine solche Überfüllung ab, wie auch amerikanische Autoren eher eine "Unterfüllung" befürworten.

Die Wandständigkeit von Wurzelkanalfüllmaterialien ist in jüngerer Zeit mit Hilfe von Radionukliden überprüft worden, da die bisher gewonnenen Resultate über die Flüssigkeitspassage in gefüllten Wurzelkanälen nicht befriedigten. Grundsätzliches wurde 1951 von ARMSTRONG und SIMON mit ^{45}Ca ventiliert. 1954 führten SPRETER von KREUDENSTEIN und KAYSER experimentelle und klinische Versuche an Phosphatzement, Aptal-Zink-Harz, Aptal-Harz-Chloropercha, und DIAKET mit ^{32}P durch. Die Auswertung erfolgte mit dem GEIGER-MÜLLER-Zählrohr (Firma SIEMENS) und durch Autoradiographie. Dabei zeigte sich, daß die ^{32}P -Testlösung in den präformierten Kapillarspalträumen zwischen Wurzelkanalfüllmaterial und Kanalwand vorzudringen vermag, wobei innere Rißbildungen unbeachtet blieben. Die Ergebnisse dieser Versuche stimmen mit den Farbstoffdiffusionsversuchen von KRÖNCKE überein.

Auch PECCHIONI führte (1961) Untersuchungen mit Radionukliden durch, welche eine relative Dichtigkeit für organische Wurzelkanalfüllmaterialien ergaben. Zemente, selbst mit nachgeschobenem harten Kern, zeigten in den Autoradiographien zwei ringförmige Aktivitätszonen, welche auf eine Spaltbildung zwischen der Kanalwand und dem Wurzelkanalfüllmaterial einerseits, und zwischen Wurzelkanalfüllmittel und hartem Kern andererseits hinweisen.

Aus der Literaturübersicht sehen wir, daß die Diskussion noch nicht abgeschlossen ist. Viele Probleme ergeben sich mit neuen Materialien und auf Grund der Vielzahl an Untersuchungsmöglichkeiten. Unsere Arbeit mag ein Beitrag sein zur Prüfung der Wandständigkeit an zwei ausgewählten Wurzelkanalfüllmaterialien.

II. Untersuchungsmaterialien

1. Die Wurzelkanalfüllmaterialien

Wie in der Einleitung schon angeführt wurde, benutzten wir für unsere Untersuchungen die Materialien "HERMETIC" und GUTTAPERCHA-POINTS.

a.) HERMETIC

Das Wurzelfüllmaterial "HERMETIC" besteht nach Angaben des Herstellers (Firma "lege artis", Stuttgart) aus einer Kombination von Zinkoxyd-Zirkonoxyd-Eugenol-Perubalsam mit 8-Oxychinolin als Antisepticum.

Von diesem Erzeugnis gibt es die Handelsformen "normal" und "quick". Das Präparat "normal" erhärtet in etwa 15 Minuten, das Präparat "quick" in etwa 5 Minuten.

Das Anmischen aus Flüssigkeit und Pulver soll in der Art geschehen, daß eine Masse von sahniger Konsistenz entsteht. Der Hersteller empfiehlt, diese Mischung mit einer Füllspirale oder mit einer Millernadel in den nach den üblichen Methoden vorbereiteten Wurzelkanal hochzupumpen, um einen guten Abschluß des Kanales zu erhalten.

Da die Erhärtung beider Materialien nicht sehr schnell vor sich geht, bleibt in jedem Fall genügend Zeit zu einer ordnungsgemäßen Füllung des Wurzelkanales.

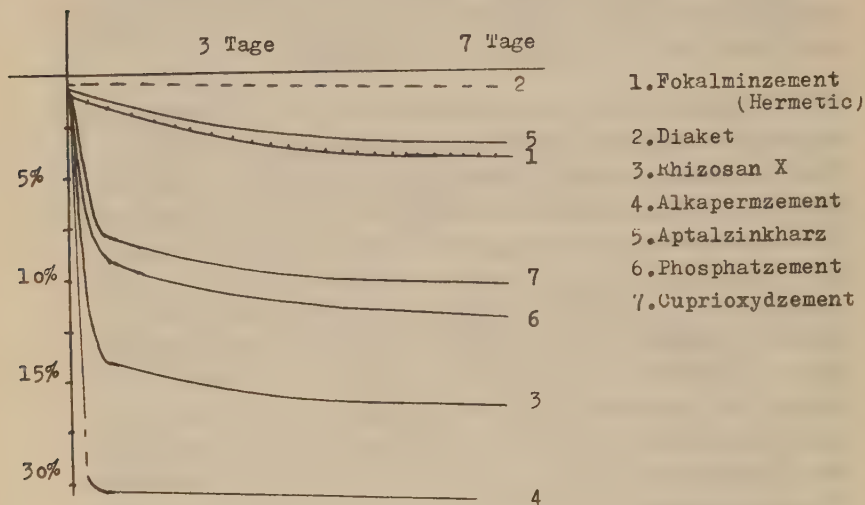
"HERMETIC", welches früher als Fokalminzement bezeichnet wurde, ist schon von verschiedenen Autoren überprüft worden. RCTTKE und STROTHMANN untersuchten zunächst die Porosität. Mit einer von ihnen entwickelten Farbstoffdruckmethode wiesen sie photographisch nach, daß Zemente als porös anzusehen sind, wenn sie sich aus rein organischen Anteilen zusammensetzen. Außerdem ist die Porosität abhängig von der Korngröße, d.h. je größer diese ist, desto höher ist die Porosität. Bei "organisch-chemisch aufgebauten Massen" entsteht keine kanalisierte

Porosität, da die Anrührflüssigkeiten hydrophob sind und somit kein Wasser eingelagert wird. Mit ihrer Farbstoffdruckmethode kamen die oben genannten Autoren zu dem Ergebnis, daß "HERMETIC" das Eindringen von Methylenblaulösung nicht zuließ, also dicht war.

Die Möglichkeit der Wasseraufnahme bei Wurzelkanalfüllmitteln kann durch Lagerung derselben in Wasser bzw. einer wässrigen NaHCO_3 -Lösung durch Gewichtsveränderung gemessen werden. Haben Wurzelkanalfüllmittel durch ihre Flüssigkeitskomponente bereits einen hohen Eigengehalt an Wasser, so ist eine weitere Aufnahme desselben nicht feststellbar (ROTTKE). Andererseits ist eine große Wasseraufnahmefähigkeit günstig für eine Trockenlegung der umliegenden Gewebeanteile (ROTTKE, STROTHMANN). Ist jedoch das Abgabevermögen von flüchtigen Bestandteilen des Wurzelkanalfüllmaterials gering, so ist dies für die Umgebung günstig, da diese somit nicht einem dauernden Reiz ausgesetzt ist.

"HERMETIC" zeigte in den Untersuchungen von BÖCKMANN, ROTTKE und STROTHMANN bei einer Lagerung in Aqua destillata und in NaHCO_3 die größte Gewichtszunahme unter den geprüften Materialien (HERMETIC, DIAKET, RHIZOSAN X, ALKAPERMZEMENT, u.a.).

Die Abgabe flüchtiger Bestandteile von verschiedenen Materialien zeigt die folgende graphische Darstellung.



% = Gewichtsverlust

ABGABE FLÜCHTIGER BESTANDTEILE
BEI AUSTROCKNUNG (37°C)
(nach Rotke, Strothmann, Böckmann)

Neben der Porosität spielt vor allem die Wandständigkeit und Randspaltbildung eine maßgebliche Rolle.

Auf Grund von Untersuchungen mit der von KNAPPWOST angegebenen Blasendruckmethode durch ROTTKE, STROTHMANN und BÖCKMANN ergibt sich ein Unterschied zwischen Versuchskörpern, welche in wasserdampfgesättigter Umgebung aufbewahrt wurden und denen, die durch direkten Kontakt mit einer NaHCO_3 -Lösung Feuchtigkeit aufnehmen konnten. Letzteres entspricht mehr den Verhältnissen im periapikalen Gewebe, wo mit einer Zufuhr von Flüssigkeit in das Wurzelkanalfüllmaterial zu rechnen ist. Dabei zeigte sich in beiden Versuchsanordnungen HERMETIC als absolut wandständig.

STROTHMANN und ROTKE haben die von KNAPPWOST angegebene Durchströmungsmethode in der Weise geändert, daß nicht die durchströmte Methylenblaumenge kolorimetrisch festgestellt wird, sondern die Zeit erfasst wurde, bis ein Tropfen der Durchströmungsflüssigkeit sich von der Füllungs-röhrchenunterseite löst. Da die Autoren von einem Druck von 100 mm Hg ausgingen, der nach WANNENMACHER und LENTULO einem in vivo auftretenden Druckunterschied von $1/8$ Atmosphären entspricht, ist die Druck-Zeit-Funktion durch eine Hyperbel dargestellt. Dadurch ist die Verdunstung in den unteren Zeitwerten zu vernachlässigen. Auch bei dieser Methode war unter 6 Materialien ebenfalls allein HERMETIC absolut dicht, obwohl in seinem Falle Drucke bis zu 300 mm Hg angewandt wurden.

Ein expandierendes Material läßt keinen kapillaren Spalt zwischen der Dentinwand und der Wurzelfüllung zu und kann damit der Forderung nach Wandständigkeit gerecht werden. Diese Prüfung der Expansion haben ROTKE und STROTHMANN mit einer modifizierten Nadelmethode nach KNAPP-WOST-WALB untersucht, bei der als Meßmarken feine Härchen verwandt wurden. Dabei konnte mit dem Mikroskop auf $1/1000$ Millimeter genau gemessen werden. Fokalminzement ("HERMETIC") und Alkapermzement zeigten als einzige eine wirkliche Expansion. Bei ersterem kam es infolge der starken Expansion von 3,35% zur inneren Rißbildung, da dem Material keine äußere Begrenzung gegeben war, wie sie ja normalerweise im Wurzelkanal vorliegt.

Eine Zusammenfassung der von ROTTKE, STROTHMANN und BÖCKMANN durchgeführten Untersuchungen zeigt die folgende Tabelle:

Wurzelkanal- füllmaterial	Mischungsver- hältnis Pulver: Flüssigkeit	Okulermikro- metermethode lineare Ausdeh- nung in %	kolorime- trische Be- stimmung nach Durch- strömung Menge in mg/l min. max.	modifi- zierte Durch- strömung	Blasendruckmethode Aufbewahrung		modifi- zierte Durch- strömung	modifi- zierte Durch- strömung	
					in H ₂ O ge- sättigter Atmosph.	auf NaHCO ₃ - Lösung			
Röhrchen- durchmesser	—	—	5 mm	6,5 mm	6,5 mm		2,8 mm	1 mm	
Füllhöhe	—	—	5 mm	5 mm	5 mm		22 mm	22 mm	
Versuchsdauer	—	—	10'	bis zu 45'	bis zu 5'		bis zu 60'	bis zu 60'	
Phosphatzement	1 : 0,88	— 0,82%	0,66 1,32	nicht wand- ständig	nicht wand- ständig	nicht wand- ständig	z. T. wand- ständig	z. T. wand- ständig	le p
Alkalpermzement —alt:	1 : 0,4	+ 0,46% : 0,88%	wand- ständig	porös ¹⁾	nicht wand- ständig	wand- ständig		wandständig leicht porös	
Alkalpermzement —neu:	1 : 0,7			porös ²⁾ (1 : 0,5)†			porös	porös	p (1
Cuprioxyd- zement	1 : 0,7	— 0,51%	0,2 5,5	nicht wand- ständig	nicht wand- ständig	nicht wand- ständig	nicht wand- ständig	nicht wand- ständig	le p
Fokabminzement	1 : 0,5	+ 3,35%	wand- ständig	wand- ständig	wand- ständig	wand- ständig	wand- ständig	wand- ständig	n p
Diaket	1,2 : 1	± 0	0,08 0,48	nicht wand- ständig					
	0,8 : 1	+ 0	0,14 0,5	nicht wand- ständig	nicht wand- ständig	größtenteils wandständig	nicht wand- ständig	nicht wand- ständig	n p
Rhizosan X	1 : 0,75	— 0,30%	wand- ständig	porös ³⁾	porös	porös	porös	porös	st p
Aptal-Zink- Harz	1,8 : 0,6						z. T. wand- ständig	wandständig (ab 4. Tag)	n p

Erklärung der Zeichen:

+ = Expansion

— = Kontraktion

x = Messungen liegen zeitlich 2 Jahre auseinander

† = Mischungsverhältnis

¹⁾ = geringer Durchtritt von wäßriger Flüssigkeit (Methylenblau)

²⁾ = Durchtritt von wäßriger Flüssigkeit und Methylenblau

³⁾ = starker Durchtritt von wäßriger Flüssigkeit und Methylenblau

Nicht zuletzt muß von einem Wurzelkanalfüllmaterial die Unschädlichkeit für das Gewebe gefordert werden. Das Material darf also auch keinerlei Hemmung auf Reparationsvorgänge ausüben. Auf eine Gewebsverträglichkeit kann nicht allein auf Grund klinischer und röntgenologischer Beobachtung geschlossen werden. Mit Hilfe von histo-

logischen Untersuchungen über das Verhalten gegenüber lebendem Gewebe ist eine recht gute Beurteilung von körperfremden Materialien auf ihre Gewebsverträglichkeit möglich.

J. ZAHRADKA machte 1962 Versuche dieser Art mit Fokalminzement (HERMETIC). Er führte hiermit Implantationen in die Nackenmuskulatur bei Ratten durch. Dabei traten keine Komplikationen im Bereich der Implantationsstellen auf und es wurden auch keine Allgemeinreaktionen festgestellt.

Nach 12-wöchiger Einlagerung des Materiales zeigte sich histologisch eine derbe Gewebskapsel mit einigen chronisch entzündlichen Infiltrationen, welche das Implantat einschlossen. In einer anderen Versuchsserie wurde Patienten intakten, vitalen Zähnen nach entsprechender Präparation unter aseptischen Kautelen in Lokalanästhesie HERMETIC direkt auf die Zahnpulpa aufgebracht. Die Kavitäten der Zähne wurden dann sofort mit Phosphatzement verschlossen. Der Ablauf der durchgeführten Eingriffe war klinisch günstig, alle so behandelten Fälle waren vollkommen reaktionsfrei "... nicht einmal pulpogene Schmerzen stellten sich ein " (ZAHRADKA).

Histologisch zeigte sich an den von ZAHRADKA durchgeführten Schnitten der so vorbereiteten Zähne im allgemeinen unter einer hyalinisierten Schicht eine Zellenansammlung von Fibrozyten und Fibroblasten, zuweilen auch fibrilläre Bindegewebszüge. Die anderen Teile der Pulpa wiesen keine Veränderungen auf. ZAHRADKA kommt zu dem Schluß, daß Fokalmin-Zement (HERMETIC) auf die empfindliche Zahnpulpa nicht toxisch wirkt, da sich keinerlei entzündliche oder degenerative Veränderungen in den histologischen Schnitten zeigten. (ZAHRADKA)

b.) GUTTAPERCHA-Spitzen

Als weiteres Material benutzten wir für unsere Versuche ein Erzeugnis der Firma DE TREY, Wiesbaden, und zwar

weiße Guttaperchaspitzen in verschiedenen Größen.

Nach Angaben des Herstellers werden diese Guttaperchaspitzen "zu einem Teil in Chloroform angelöst und auch aufgelöst, so daß der entstehende Brei mit dem Lentulo in den Wurzelkanal eingebracht werden kann. Anschließend wurden je nach Kanallumengröße ein oder mehrere Points auch unterschiedlicher Größe aus Guttapercha mit dem Wurzelkanalstopfer nachgepreßt." Die von uns angewandte Methode, die sich seit Jahrzehnten an der Klinik für Zahn-Mund- und Kieferkrankheiten in Marburg mit bestem klinischen Erfolg bewährt hat, ist auf Seite 24 angegeben worden.

Da Wurzelkanalfüllungen mit Guttapercha schon seit langer Zeit durchgeführt werden, ist dieses Material, wie auch z.T. schon aus dem historischen Überblick hervorgeht, immer wieder besonders kritisch untersucht worden.

Nach HEUSER muß ein Wurzelkanalfüllmaterial fest, gewebsfreundlich, nicht resorbierbar sein und das Wurzelkanallumen einschließlich Delta apicale abschließen. Damit ist dann eine antiseptische Wirkung nicht mehr erforderlich. FECHTER steht im Widerspruch zu dieser Ansicht, auch nach der von REICH, wenn er der transapikalen Guttaperchafüllung (STRAUB) eine stärkere reizende Eigenschaft zuschreibt als dem Silberamalgam. Er übergeht jedoch dabei die toxische Wirkung des von ihm selbst beobachteten freiwerdenden flüssigen Amalgamanteiles am Apex.

Nach REICH ist das Verhalten von Harz-Chloro-Guttapercha infolge seiner guten Randdichte und Gewebsfreundlichkeit neutral und es sind nur gute Erfolge zu verzeichnen.

EULIG und BERNHARD implantierten in ihren Untersuchungen über die Gewebsverträglichkeit Guttaperchapoints in die Subcutis und Muskulatur von Mäusen. Die Liegedauer be-

trug 4 bis 28 Tage. Dabei zeigte sich in histologischen Schnitten um die zeitlich jungen Implantate ein Fibrin-saum mit Leukozytenwall und anschließend reichlich Fibrozyten. Die Gefäße waren nicht vermehrt, die weitere Umgebung reizlos. Je länger die Implantate im Gewebe lagen, um so reichlicher zeigten sich Lymphozyten und ein allgemeiner Einschuß des Fremdkörpers durch Fibroblasten. Nach vier Wochen waren am Implantat Fremdkörperriesenzellen festzustellen. Auch zu diesem Zeitpunkt machte das umgebende Gewebe einen reizlosen Eindruck.

In weiteren Versuchen konnten BERNHARD und EULIG an Meerschweinchen zeigen, welche Reaktion die bei einer Wurzelkanalfüllung über den Apex gestopfte Guttapercha hervorruft. Die genannten Autoren brachten an der Tibia Bohrlöcher an, die bis in den Markraum führten, und füllten die Bohrkanäle mit Guttapercha. Vierzehn Tage nach Implantation war der mit Guttapercha gefüllte Bohrkanal von außen durch Bindegewebe verschlossen. Fibrozyten lagen an der Knochenoberfläche. Eine Neubildung von Knochenspannen ist zu diesem Zeitpunkt bereits zu erkennen und nach zehn Wochen war der in den Markraum hineinragende Guttaperchapoint von einem breiten spongiösen Knochenriegel umgeben. Die weitere Umgebung, d.h. das Knochenmark, zeigte ihr normales morphologisches Bild.

In Übereinstimmung zu diesen Befunden führt HEUSER an: "... es soll zugegeben werden, daß der überstopfte Teil der Guttapercha zumindest einen indifferenten Reiz für das periapikale Gewebe darstellt; die Tatsache, daß aber höchst selten überstopfte Guttaperchawurzelfüllungen zu akuten oder chronischen Parodontitiden Anlaß geben, ja sogar bestehende Herde fast regelmäßig zur Ausheilung kommen, muß zwangsläufig unseren Standpunkt stützen, daß ein Optimum an Überstopfen besser ist als ein toter Raum. Die Verträglichkeit der Guttapercha zeigt sich

unter anderem darin, daß der Knochen den Point im Laufe der Zeit fest ummauert."

Wie HEUSER weiter betont, ist Guttapercha zur Verwendung bei bestehenden Kommunikationen zur Kieferhöhle sowie als temporäre Wurzelkanalfüllung bei Milchzähnen nicht zu empfehlen, da sie nicht resorbierbar ist und somit einen Heilungsablauf respektive die Dentition ungünstig beeinflussen würde.

GARSKE stellte fest, daß keine Aufnahme von Bakterien (Bact. Coli) in die Guttapercha bei Zimmertemperatur und bei Quellung erfolgt. Zu demselben Ergebnis kam FORSTER in seinen bakteriologischen Untersuchungen.

BARDASZOWNA hält Guttapercha ebenfalls für "kaum durchlässig", schließt aber das Durchwandern von Bakterien nicht aus.

Der gute apikale Abschluß sowie die enge Verbindung der Guttapercha mit den Kanalwänden läßt, nach den Feststellungen von HEINEMANN, keine Passage von Bakterien oder Flüssigkeiten zu.

Eine oberflächliche Einfärbung mit Anilinfarben, deren Molekülgröße kleiner ist als die von Eiweißsubstanzen, konnte GÖRISCH bei physikalischen Versuchen (Permeabilitätsprobe) feststellen.

Zu der besonderen Eigenschaft der Quellung schrieb HEUSER: "Die Tatsache, daß die Guttapercha nicht, wie andere Wurzelkanalfüllmaterialien, der Resorption anheimfällt, garantiert auch den besseren Dauererfolg, der durch die Quellfähigkeit des Werkstoffes im feuchten Milieu noch erhöht wird".

Nach der Aussage von HAUENSTEIN liegt die Quellung der Guttapercha nur zu Anfang vor, bei einem weiteren Verbleiben im Wurzelkanal jedoch soll sie austrocknen und schrumpfen.

In ihren Berichten über die Guttaperchawurzelkanalfüllung

betonten GARSKE, HEUSER, KANTOROWICZ, KRAUSE, v.RECKOW u.a. immer wieder, daß dieses Füllungsmaterial auch über einen beobachteten Zeitraum von fünfzehn Jahren nicht nur Erfolge zeigte, welche bis zu einer relativen Restitutio von periapikalen Prozessen geführt haben, und daß die Guttapercha im weitesten Sinne neutral im Gewebe liegt und somit als anwendungswürdig anzusehen ist.

2. Die Zähne

Für unsere Versuche verwendeten wir extrahierte menschliche Zähne vorzugsweise aus dem Frontzahnbereich. In Ausnahmefällen nahmen wir auch Seitenzähne, wenn die Beschaffenheit ihrer Wurzeln eine gute Aufbereitung der Kanäle zu gewährleisten schien.

Sofort nach der Extraktion reinigten wir die Zähne von Konkrementen, Granulationen etc. mit einem scharfen Löffelinstrument und legten sie in ein mit physiologischer Kochsalzlösung gefülltes Gefäß. Dieses Gefäß wurde mit den Zähnen bis zur Weiterverarbeitung im Kühlschrank aufbewahrt. Die physiologische Kochsalzlösung, welche wir laufend erneuerten, benutzten wir um die Milieubedingungen des normalen Standortes eines Zahnes in etwa zu erhalten.

Später haben wir die Kronen der Zähne am Zahnhalsbereich mit einer Nylontrennscheibe (Fa. RENFERT) unter Wasserkühlung abgetrennt. Die Wurzelkanäle wurden in herkömmlicher Weise aufbereitet, erweitert und gereinigt. Am Eingang zum Wurzelkanal präparierten wir mit einem runden Diamantsteinchen eine etwa zwei Millimeter tiefe Kavität zur späteren Aufnahme des Radionuklids. Am oberen Umfang der Wurzeln befestigten wir eine vier Millimeter hohe Manschette aus Blauwachs, welche mit Blauwachs und mit Klebewachs angeheftet wurde, um eine gute Abdichtung gegenüber der Umgebung zu erreichen. An den Wurzeln, bei denen später das Radionuklid am Apex aufgebracht werden sollte, fixierten wir die Wachsmanschetten in der oben beschriebenen Art um die Wurzelspitze.

Diese Randerhöhungen sollten dazu dienen, eine Ausbreitung von eventuell überschüssiger radioaktiver Lösung an der Außenseite der Wurzel zu verhindern, da jede Art der äußeren Kontamination vermieden werden muß.

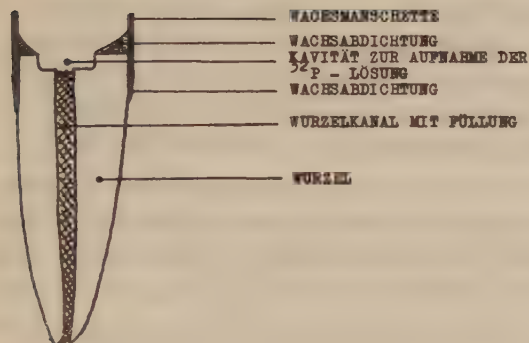


Abb.1

Bis zur Durchführung unserer Versuche bewahrten wir die so vorbereiteten Wurzeln weiterhin in physiologischer Kochsalzlösung auf.

3. Füllung der Wurzelkanäle

Zur Füllung der auf oben beschriebene Weise vorbereiteten Wurzelkanäle benutzten wir, wie schon im Kapitel über die Untersuchungsmaterialien beschrieben wurde, HERMETIC "normal", HERMETIC "quick" und weiße GUTTAPERCHA-POINTS.

Hierzu entnahmen wir die Wurzeln der Kochsalzlösung und trockneten die Kanäle sorgfältig mit Papierspitzen aus. Anschließend führten wir die Wurzelkanalfüllmittel HERMETIC "normal und HERMETIC "quick", die wir nach Vorschrift sahnig aus Pulver und Flüssigkeit angerührt haben, mit einem Lentulo in den Wurzelkanal ein. Nach dem Erhärten entfernten wir den Überschuß am Apex. Zur Wurzelkanalfüllung mit Guttapercha lösten wir einen dem Kanal grob angepaßten Stift für ganz kurze Zeit in Chloroform oberflächlich an und führten ihn in den Wurzelkanal ein. Da bei der kurzen Verweildauer des Stiftes in Chloroform nur die äußeren Anteile erweicht werden und der innere Kern hart bleibt, bereitet das Einführen keine

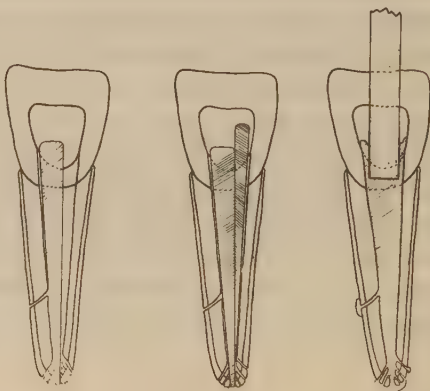
Schwierigkeiten. (Abb.2)

Da zumeist ein Stift nicht ausreichte, um den Wurzelkanal vollkommen auszufüllen, war es notwendig, neben dem ersten Stift noch einen oder mehrere dünnere Stifte nachzuschieben. Anschließend preßten wir mit einem Wurzelkanalstopfer entsprechender Größe kräftig nach.

Soweit bei der Wurzelkanalfüllung die am oberen Eingang liegende Kavität mitgefüllt worden war, haben wir diese mit einem Exkavator wieder gesäubert. Ebenso wurde der Überschuß am Apex entfernt.

Zur weiteren Aufbewahrung der Wurzeln verwendeten wir einen glasklaren Kunststoffbehälter. Dieser war am Boden mit einer ein Zentimeter hohen Wachsschicht bedeckt, in die Vertiefungen von einem mittleren Durchmesser von 0,6 mm angebracht waren, welche die gefüllten Wurzeln aufnahmen und so am Umfallen hinderten. Der Behälter wurde mit einer gerade die Wachsschicht bedeckenden Menge physiologischer Kochsalzlösung gefüllt. Durch einen das Gefäß abschließenden Deckel sollte eine konstante Feuchtigkeit gewährleistet werden. Da im Verlauf der Versuche jedoch stets geringe Mengen der Kochsalzlösung verdunsteten, glichen wir den Verlust durch Zugabe von Aqua destillata immer wieder aus. Während der Versuchsdauer wurde der Behälter mit den gefüllten Wurzeln in einem Brutschrank bei 37,5°C aufbewahrt.

Abb.2 Das Einpassen, Einführen und Einpressen von GUTTAPERCHA-POINTS in den Wurzelkanal.
(nach PANTKE)



4. Das Radioisotop

Für unsere Untersuchungen verwendeten wir eine radioaktive $\text{H}_3^{32}\text{PO}_4$ vom RADIOCHEMICAL CENTER AMMERSHAM, England, welche wir als eine 10%-ige Orthophosphorsäure bezogen. Durch entsprechende Verdünnung erhielten wir 1 mCi/3 ml H_2O , was einer Konzentration von 0,15 % H_3PO_4 entsprach.

Die Halbwertszeit ($T_{1/2}$) von 14,3 Tagen war für eine relativ längere Versuchsdauer vorteilhaft, zumal auch die β -Strahlung des Radionuklids mit einer maximalen Energie von 1,69 MeV sehr intensiv ist.

Die hohe spezifische Aktivität der verwendeten $\text{H}_3^{32}\text{PO}_4$ gestattete es, auf jede Wurzelkanalfüllung eine ebenfalls hohe Aktivitätsmenge aufzubringen. Dies erschien uns wünschenswert, da erwartungsgemäß nur ein Bruchteil der radioaktiven Substanz durch eventuell vorhandene Spalten und Porositäten der Wurzelkanalfüllung vorzudringen vermag. Unsere Ergebnisse haben dann später unsere Überlegungen bestätigt.

Von der beschriebenen ^{32}P -Lösung haben wir je einen Tropfen in die Kavität am Wurzeleingang der in der zuvor erwähnten Weise vorbereiteten 50 Zahnwurzeln gegeben. In einer zweiten Versuchsserie, die aus zeitlichen und technischen Gründen vier Wochen später mit neuer ^{32}P -Lösung durchgeführt wurde, gingen wir ebenso vor; wir applizierten jedoch bei 25 von 50 Zahnwurzeln einen Tropfen der Aktivitätslösung am entsprechend vorbereiteten Apex.

Die Wurzeln haben wir weiterhin in physiologischer Kochsalzlösung stehen lassen; dabei wurde berücksichtigt, daß die am Wurzelkanaleingang mit ^{32}P versehenen Zahnwurzeln mit dem Apex nach unten standen, die am Apex mit ^{32}P versehenen Zahnwurzeln jedoch mit dem Kanaleingang nach unten standen.

5. Die Schnitte

Für unsere qualitativen wie auch quantitativen Untersuchungen verwendeten wir zur Herstellung der Schnitte eine einfache Anordnung: Ein normaler Technikmotor diente als Antrieb für ein zahnärztliches Technikhandstück, das, wie in Abb. 3



Abb.3 Schnittapparat mit Abzug. Links ist die dauererwärmte RBS-Lösung zu erkennen.

gestellt, montiert war. Das Technikhandstück benutzten wir, da es ein leichtes und schnelles Wechseln der von uns zum Schneiden verwendeten Nylontrennscheiben ($\varnothing$ 3,5 cm) der Firma RENFERT, Singen, zulässt.

Um eine Kontamination der Umgebung infolge Staubbildung beim Schneiden auszuschalten, stellten wir die Apparatur in einen Laborabzug und bauten vor den zentralen Abzugsschacht noch zusätzlich eine Vorrichtung, welche bis über die Schneideapparatur reichte und so ein direktes und sicheres Absaugen des Schleifstaubes gewährleistete.

Im Abzugsraum stand außerdem eine Behälter mit einer speziellen Dekontaminationslösung (RBS, Firma ROTH, Karlsruhe), welche zur Beseitigung von Aktivitätsspuren an den Geräten dient. In diese Lösung wurden die Trenn-

scheiben nach jedem Schnitt eingelegt und vor erneutem Gebrauch noch abgebürstet. Die Lösung war nach Vorschrift verdünnt und wurde ständig auf ungefähr 70°C gehalten. Wir selbst trugen Einweg-Kunststoffhandschuhe und konnten nur mit den Fingern in den Abzugsraum hineinlangen.

Um festzustellen, wie weit Aktivität in die Wurzeln vorgedrungen war, legten wir die Schnittscheiben an den zur Veraschung bestimmten Wurzeln in die Bereiche, wie sie in Abb. 4 angegeben sind: Schnitt I an der Wurzelspitze, Schnitt II in der Mitte der Wurzel, Schnitt III direkt unterhalb der angelegten Wachsmanschette.

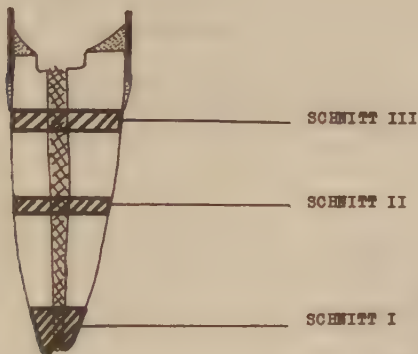


Abb. 4 Lage der Schnittscheiben an den zur Veraschung bestimmten Zähnen, Wachsmanschette am oberen Wurzelumfang.

Bei den Wurzeln, welche die Wachsmanschette an der Wurzelspitze trugen, haben wir den apikalen Bereich nicht untersucht, sondern Schnitt I etwa 1 mm oberhalb der Wurzelspitze gelegt. Abb.5

Für die Autoradiographien stellten wir vier Schnitte her, wobei aus dem mittleren Drittel der Wurzeln zwei Schnittscheiben genommen wurden. Abb.6

Die Schnittscheiben brachten wir einerseits zur Veraschung

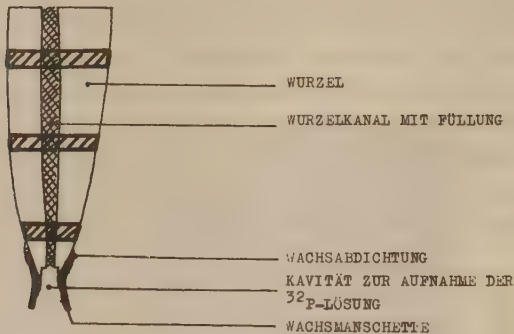


Abb.5 Lage der Schnittscheiben an den zur Veraschung bestimmten Zähnen, Wachsmanschette an der Wurzelspitze.

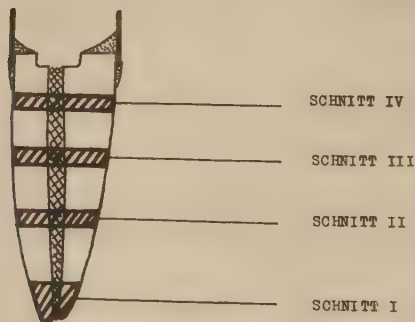


Abb.6 Lage der Schnittscheiben an den für die Autoradiographien bestimmten Zähnen.

(CERENKOV-Strahlung) in kleine Porzellantiegel, andererseits für die Autoradiographien in kleine Polyäthylenbehälter.

Die bei der Schnittscheibenherstellung anfallenden Reste fanden keine Verwendung.

Für die Autoradiographien stellten wir außerdem mit einer Laubsäge mit feinem Metallsägeblatt Längsschnitte her, welche die Wurzeln im Bereich des Wurzelkanals halbierten. Die hierbei angewendete Methode wählten wir, da durch das Auswechseln der Sägeblätter eine sekundäre Kontamination ausgeschlossen werden konnte. Das Zersägen der Wurzeln erfolgte stets von der Stelle aus, die der Testlösung am entferntesten lag. So drang das Sägeblatt immer von Bereichen, an denen mit geringen Spuren von ^{32}P zu rechnen war, zu solchen mit höheren ^{32}P -Anteilen vor.

III. Die Radioaktivitätsbestimmung durch Autoradiographien

1. Allgemeines

Qualitative Untersuchungen mit Hilfe von Autoradiographien dienen zur Lokalisation von Aktivität in Untersuchungsobjekten. Dazu wurden die zuvor beschriebenen Querschnittsscheiben und Längshälften verwendet. Diese Wurzelanteile ordneten wir so an, daß die Schnitte jeden Zahnes untereinander zu liegen kamen: in der untersten Reihe die Wurzelspitzen oder die der Wurzelspitze zunächst liegenden Schnitte, in der obersten Reihe die Schnittscheiben direkt unter der Wachsmanchette resp. unterhalb des Wurzelkanaleinganges.

Diese Präparate hefteten wir auf klarem Klebeband auf, um eine gute Fixierung zu erhalten. In diesem Zustand legten wir sie dann auf hochempfindliche Röntgen-Filme der Firma AGFA, Typenbezeichnung SINO 9 x 12. Da das Klebeband zuweilen mit dem Film in Kontakt geriet, entstanden einzelne Schichtdefekte, welche aber die Autoradiographien selbst nicht beeinflußten.

Auf Grund entsprechender Vorversuche wurde eine Expositionszeit von 24 Stunden in geeigneten Filmkassetten eingehalten. Nach dieser Zeit setzten wir die Kassetten einer Belichtung mit Röntgenstrahlen aus (Dosis 65 KV / 6 mAs), um die Konturen der Wurzelscheiben, der Wurzelkanäle und der Wurzelkanalfüllungen selbst zur Darstellung zu bringen. Anschließend entwickelten wir die Filme.

Wir haben in dieser Versuchsanordnung nur Zähne untersucht, welche 5 Tage mit der ^{32}P -Lösung überschichtet gewesen sind.

2. Untersuchungsergebnisse

Die Ergebnisse unserer autoradiographischen Untersuchungen zeigen die Abbildungen 7 bis 12.

In Abb.7 sind mit HERMETIC "normal" gefüllte Wurzeln abge-

bildet, bei denen die Testlösung im Pulpenkavum aufgebracht war. Autoradiographisch ist ein Vordringen von ^{32}P in keinem der Querschnitte festzustellen. Bei den Wurzeln 2 und 3 ist an der Außenseite (Schnitt III und IV) eine Aufhellung zu sehen, was auf eine Undichte der Wachsmanschette zurückzuführen ist.

Im Gegensatz zu den in Abb.7 dargestellten Wurzeln wurde bei den in Abb.8 gezeigten, mit HERMETIC "normal" gefüllten Präparaten, die Testlösung an der Wurzelspitze aufgebracht. Auch bei diesen ist an keinem der Querschnitte ein Vordringen der radioaktiven Lösung zu sehen.

Die in Abb.9 gezeigten Wurzeln 1 und 2 füllten wir mit HERMETIC "normal", die Wurzeln 3 und 4 mit GUTTAPERCHA-POINTS, die Testlösung wurde an der Wurzelspitze aufgebracht. Bei Wurzel 2 fehlt Schnitt IV, da er beim Schneidevorgang zersplitterte. Bei Wurzel 4 ist die Testlösung so weit und in solcher Menge vorgedrungen, daß durch die Intensität der Strahlung die Schnitte zum großen Teil nicht mehr zu sehen sind.

In Abb.10 sind die Wurzeln 1 und 2 mit GUTTAPERCHA-POINTS, die Wurzeln 3 und 4 mit HERMETIC "quick" gefüllt, die radioaktive Lösung wurde im Pulpenkavum appliziert. Bei Wurzel 2 zeigt sich eine nach apical abnehmende Strahlungsintensität; bei Wurzel 3 fehlt Schnitt III, da er zersplitterte. Die punktförmigen Aufhellungen in Wurzel 4 sind als Artefakte zu betrachten, da eingedrungene Aktivität keine solch scharf begrenzte Aufhellung zeigen würde.

Während die Abb. 7 bis 10 Querschnitte zeigen, sind in den folgenden Abbildungen Längsschnitte wiedergegeben.

Die Wurzeln in der oberen Reihe der Abb.11 sind mit HERMETIC "normal", in der mittleren Reihe mit GUTTAPERCHA-POINTS, in der unteren Reihe mit HERMETIC "quick" gefüllt. Bei den mit GUTTAPERCHA-POINTS gefüllten Wurzeln (Nr.45, 46, 47, 48) sehen wir teilweise ein Vordringen der Test-

Lösung im Wurzelkanal. Als Artefakte sind die hellen Punkte an Wurzel 33 in der obersten Reihe anzusehen. Ebenso wie bei dieser Wurzel zeigen die Wurzeln der übrigen Reihen kein Vordringen der radioaktiven Lösung.

In Abb. 12 sind die Wurzeln in der oberen Reihe mit GUTTAPERCHA-POINTS, in der unteren Reihe mit HERMETIC "quick" gefüllt. An den mit GUTTAPERCHA-POINTS gefüllten Wurzeln (Nr. 40, 39, 38, 37) haben wir die Testlösung an der Wurzelspitze aufgebracht; wir finden teilweise eine hohe Aktivitätskonzentration im Wurzelkanal. In der unteren Reihe (Nr. 41, 42, 43, 44) wurde die Testlösung im Pulpenkavum appliziert, die Aktivität erscheint nur im Bereich der Applikationsstelle. Bei Wurzel 43 liegt durch die hohe Aktivität der Füllung eine starke Beeinflussung im Bereich der Wurzelkanäle vor, so daß keine sichere Aussage zu machen ist.

Aus den Autoradiographien ergibt sich, daß sowohl HERMETIC "normal" als auch HERMETIC "quick" den Wurzelkanal dicht abschließen. Insbesondere ist auch der apikale Bereich der Wurzeln aktivitätsfrei, was eine vollständige Ausfüllungsmöglichkeit mit diesen Materialien gestattet.

Bei den mit GUTTAPERCHA-POINTS gefüllten Wurzeln ist autoradiographisch nur bei einem Teil eine absolute Dichte vorhanden, wenn die Testlösung im Pulpenkavum aufgebracht worden war. Bei Applikation der radioaktiven Lösung an der Wurzelspitze war ebenfalls in einigen Fällen ³²P eingedrungen.

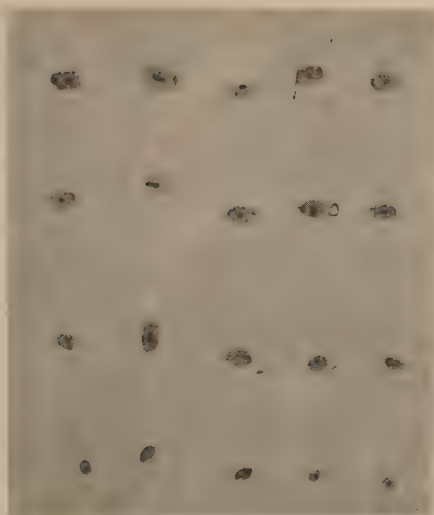
Schnitt

IV

III

II

I



Wurzel

1

2

3

4

5

Abb.7 Autoradiographien von Wurzelquerschnitten, gefüllt mit HERMETIC "normal", ^{32}P im Pulpenkavum appliziert.

Schnitt

IV

III

II

I



1

2

3

4

5

Abb.8 Autoradiographien von Wurzelquerschnitten gefüllt mit HERMETIC "normal" ^{32}P an der Wurzelspitze appliziert.

Schnitt

IV

III

II

I



Wurzel

1

2

2

4

Abb.9 Autoradiographien von Wurzelquerschnitten, gefüllt mit HERMETIC "normal" (Wurzel 1+2) und GUTTAPERCHA-POINTS (Wurzel 3+4) ^{32}P an der Wurzelspitze appliziert.

Schnitt

IV

III

II

I



Wurzel

1

2

3

4

Abb.10 Autoradiographien von Wurzelquerschnitten, gefüllt mit GUTTAPERCHA-POINTS (Wurzel 1+2) und HERMETIC "quick" (Wurzel 3+4) ^{32}P im Pulpenkavum appliziert.

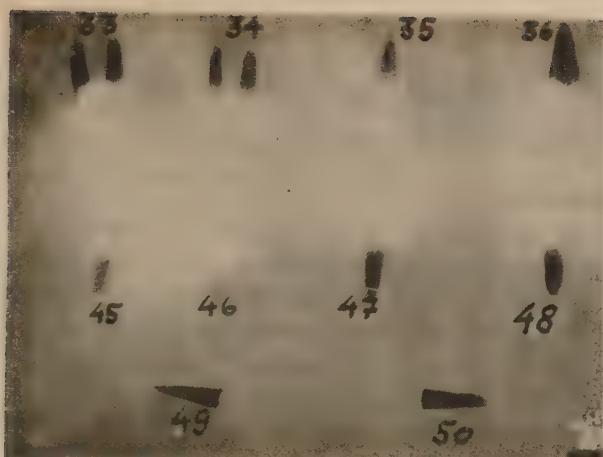


Abb.11 Autoradiographien von wurzellängsschnitten, gefüllt mit HERMETIC "normal" (Wurzeln 33,34,35,36) und GUTTAPERCHA-POINTS (Wurzeln 45,46,47,48) und HERMETIC "quick" (Wurzeln 49,50) ^{32}P im Pulpenkavum appliziert.

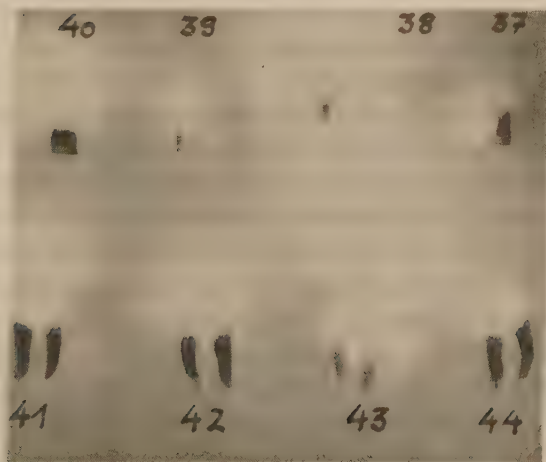


Abb.12 Autoradiographien von Wurzellängsschnitten gefüllt mit GUTTAPERCHA-POINTS (Wurzel 40,39,38,37) (^{32}P an der Wurzelspitze appliziert) und HERMETIC "quick" (Wurzeln 41,42,43,44) (^{32}P im Pulpenkavum appliziert).

IV. Radioaktivitätsbestimmung mittels der CERENKOV-Strahlung

A. Allgemeines

Bewegt sich ein geladenes Teilchen in einem Medium schneller als elektromagnetische Wellen im selben Medium, so tritt der CERENKOV-Effekt auf; dies ist eine Art Stoßwelle von sichtbarer und ultravioletter Strahlung (nach GÜTTE und VEMMER). Dieser Effekt trifft für Beta-Strahler ab einer maximalen Energie von mehr als 500 KeV zu.

Diesen CERENKOV-Effekt nutzten wir zur absoluten ^{32}P -Aktivitätsbestimmung aus, indem wir die Lichtausbeuten über die beiden Photomultiplier eines Flüssig-Szintillations-Spektrometers (Tricarb Modell 4000, Fa. PACKARD, ICI) bei entsprechender Verstärkung als Meßimpulse registrierten. Durch Antikoinzidenz - und Impulssummationsschaltung des Geräts lag bei einem Nulleffekt von 20 - 25 Imp/Min die Meßeffektivität für ^{32}P bei 33%.

Voraussetzung für eine absolute Aktivitätsbestimmung ist die Aktivitätsmessung in entsprechender Lösung in gleichen Volumina. Üben chemische Substanzen einen untergeordneten Einfluß auf die Meßeffektivität aus, so spielen insbesondere gefärbte Lösungen durch Absorption der CERENKOV-Lichtemission eine Rolle bei dem Auftreten von Löscheffekten. Eine Korrektur dieser sogenannten Quencheffekte ist daher unerläßlich. Entsprechende Untersuchungen (SCHAUMLÖFFEL et al.) führten bei Anwendung der Kanalverhältnismethode zu der Möglichkeit einer einfachen Korrektur sowohl des Colorquencheffektes als auch unterschiedlicher Volumina im interessierenden Bereich. Mit Hilfe einer linearen Korrekturformel wurden sämtliche Meßproben auf Zerfälle/Minute (100% Meßeffektivität) umgerechnet, so daß sowohl die Standardmessungen als

auch die Probemessungen direkt aufeinander bezogen werden konnten. Damit war die Möglichkeit einer quantitativen Aussage über die Aktivitätsverteilung in einzelnen Zahnschnitten durchzuführen.

Der Anwendung der Kanalverhältnismethode bei der gleichzeitigen Quench- und Volumenkorrektur lag folgende Eichung zugrunde: Das verwendete Meßgerät besitzt drei voneinander unabhängige Kanäle. Einer dieser Kanäle wird als Meßkanal mit maximaler Kanalbreite gefahren (5,0-100,0 V). Bei gleicher Verstärkung werden der zweite und der dritte Kanal so eingestellt, daß bei gleicher Impulsrate einer ungequenchten Probe, mit optimalem Füllvolumen in beiden Kanälen, der zweite Kanal den unteren Teil des Impulsspektrums (5,0 - 28,0 V), der dritte Kanal den oberen Teil des Spektrums (28,0 - 100,0 V) erfaßt. Das Verhältnis der Impulsrate in Kanal drei zu der in Kanal zwei ist also 1,0. Da jeder Quencheffekt und auch eine Volumenerhöhung sich in einer spektralen Verschiebung zu niedrigeren Energien bzw. Impulshöhen auswirkt, wird in einem solchen Fall die Impulsrate im dritten Kanal vermehrt abnehmen und das Kanalverhältnis kleiner als 1,0 werden. Auf Grund einer linearen Korrelation zwischen Meßeffektivität und Kanalverhältnis bis zu 50% Quencheffekt (Kanalverhältnis = 0,5) können sämtliche Proben durch einen einfachen Rechengang auf Quencheffekt 0 (Null) korrigiert werden.

Die entsprechend dem weiter unten angegebenen Verfahren aufbereiteten Proben wurden nach einer Adaptionszeit im Kühlschrank des Meßgerätes zur automatischen Messung eingefahren. Ein in dem Zählgerät eingebauter Rechner ermöglichte die Ausdruckung der Meßergebnisse in Impulsen in der Zeiteinheit sowie jedes gewünschten Kanalverhältnisses.

B. Spezielles

a. Probenaufbereitung

Zunächst galt es einen Weg zu finden, Zähne resp. Zahnwurzeln in Lösung zu bringen, da die angewendete Meßtechnik das Vorliegen sämtlicher Proben in gelöster Form erfordert. Dazu haben wir in entsprechenden Vorversuchen die Zähne bzw. Zahnschnitte in Porzellantiegeln über 24 Stunden bei 600°C in einem elektrischen Muffelofen trocken verascht. Daraufhin überschichteten wir die Zahnaschen in den Tiegeln mit 20 ml 2,5n HCl und erhitzen sie in einem Sandbad für 90 Minuten auf 80°C , wodurch der ~~organische~~ organische Rückstand in Lösung gebracht wurde. Ausfallende Kohlenstoffpartikel in den Lösungen filtrierten wir über Weißbandfilter Nr. 589 (Fa. SCHLEICHER und SCHÜLL) ab. Mit Hilfe von Gummiwischern haben wir die Aschelösungen unter entsprechend häufigem Nachspülen mit 2,5n HCl quantitativ in 100 ml Meßkölbchen filtriert. Die Filtrate waren farblos und klar. Die Aktivitätsmessungen nahmen wir in speziellen Meßgläschen aus Polyäthylen mit einem maximalen Volumen von 26,0 ml vor.

Als Standardlösung hatten wir eine ^{32}P -Lösung mit einer spezifischen Aktivität von 0,07 $\mu\text{Ci/ml}$ hergestellt. Bei Ansatz der Lösung erbrachte 1,0 ml in 15,0 ml 2,5n HCl eine Impulsrate von 42000 pro Minute (33% Effektivität).

Um die Methode der beschriebenen Probenaufbereitung auf ihre Brauchbarkeit für unsere Untersuchungen zu prüfen, führten wir spezielle Versuche durch. Vor allem war zu klären, ob ein quantitatives Überspülen der Aschenlösung auf maximale Volumina von 25,0 ml möglich war und ob eventuelle Aktivitätsverluste durch Sorption am Porzellantiegelmaterial bzw. durch Sorption am Filter auftraten. Beim Überspülen der Aschelösungen wurde bis zum maximalen Füllvolumen der Meßgläschen ca. 10 mal mit 2,5n HCl-Portionen nachgewaschen. Im Einzelnen haben wir folgende

Versuche zu dieser Fragestellung durchgeführt:

1. In 1,0 ml Standardlösung gaben wir steigende Mengen inaktiver, nicht filtrierte Zahnaschelösung, wobei wir jedesmal mit 2,5n HCl auf 21,0 ml auffüllten. Die maximale Schwankung zwischen den einzelnen Impulsraten betrug 2,5%, ohne daß eine Tendenz zu ermitteln war. Bei Zugabe filtrierter, inaktiver Aschelösung zu 1,0 ml Standardlösung ergaben sich Abweichungen unter 1%.
2. Wir versetzten 1,0 ml ^{32}P -Standardlösung mit steigenden Mengen 2,5n HCl von 17 ml bis 25 ml und haben gemessen. Hierbei zeigte sich eine Abnahme der Impulsrate von 18 ml auf 26 ml Meßvolumen von 19,5%. Hieraus wurde deutlich, daß entweder mit konstanten Volumina gearbeitet werden oder aber eine Korrektur der Meßwerte vorgenommen werden mußte.
3. Bei Zugabe von Standardaktivität zur salzsauren Aschelösung ergaben sich keine Aktivitätsverluste durch Sorption am Tiegelmateriel bzw. am Filterpapier, wenn wir auf ein Gesamtvolumen von 20,0 ml nachgewaschen haben.
4. Gleich günstige Ergebnisse erzielten wir, wenn Zähne mit Standardaktivität im elektrischen Ofen verascht, mit 2,5n HCl, wie beschrieben, aufgenommen und auf bestimmte Volumina unter Nachwaschen in Meßfläschchen filtriert wurden. Die Abweichungen von den entsprechenden Standardwerten lag unter 0,25%. Auch mit Wurzelkanalfüllungen oder Unterfüllungen versorgte Zähne, die mit der Standardaktivität verascht wurden, erbrachten die gleichen günstigen Ergebnisse.

Diese Resultate berechtigen uns zur Anwendung der beschriebenen Aufbereitungsmethodik für die einzelnen Zahnschnitte bei den speziellen Versuchsreihen.

b. Versuche

Von den nach der zuvor beschriebenen Methode (Kapitel

"Füllung der Wurzelkanäle") vorbereiteten Zähnen haben wir in einer ersten Serie alle Wurzeln mit HERMETIC "normal" gefüllt und das Radionuklid ^{32}P im Pulpenkavum aufgebracht.

Vier Tage nach Applikation der ^{32}P -Lösung schnitten wir die ersten fünfzehn von fünfzig Wurzeln und legten die jeweils drei Schnittscheiben einzeln in markierte Porzellantiegel. Die anschließende trockene Veraschung dauerte 6 Stunden bei 600°C . Danach wurden in die Tiegel je 3ml 2,5n HCl pipettiert und diese so für 15 Minuten im Sandbad bei 85°C erwärmt. Die Tiegelinhalte filtrierten wir in der oben angegebenen Weise in markierte Polyäthylengläschen und spülten mit 2,5n HCl 8 mal nach, bis im Meßbehälter ein Volumen von 26,0 ml erreicht war.

Fünf Tage nach Applikation der ^{32}P -Lösung schnitten wir weitere fünfzehn Wurzeln und haben sie verascht, gelöst und filtriert. Sieben Tage nach Aufbringen der Testlösung verarbeiteten wir die restlichen Wurzeln.

Acht Tage nach Applikation der Lösung wurden sämtliche Proben im Flüssig-Scintillations-Spektrometer ausgezählt.

In einer weiteren Serie füllten wir Wurzeln mit HERMETIC "normal", mit HERMETIC "quick" und mit GUTTAPERCHA-POINTS. Dabei wurde bei einem Teil der Wurzeln die ^{32}P -Lösung im Pulpenkavum, bei einem anderen Teil an der Wurzelspitze appliziert. Die weitere Verarbeitung geschah wie in der ersten Serie sowohl in zeitlicher als auch in technischer Hinsicht.

c. Untersuchungsergebnisse

Wie im vorhergehenden Kapitel schon beschrieben, führten wir unsere Untersuchungen in der ersten Serie mit Zähnen durch, welche mit HERMETIC "normal" gefüllt und bei denen die ^{32}P -Aktivität im Pulpenkavum appliziert worden war.

Die in einem Tropfen angewendete ^{32}P -Aktivität ergab im Mittel 165 736 Imp/Min, der Leerwert (20 ml 2,5n HCl)

betrug 20 - 40 Imp/Min.

Die Impulsraten sämtlicher Proben dieser Serie, d.h. jeder Wurzel mit ihren drei Schnittscheiben, lagen im Bereich des Leerwertes, wie es das Beispiel in Tabelle 1 zeigt. Auf Grund der Einstellung des Zählgerätes kamen für uns die Werte in der Spalte "COUNTS PER TIME, blue" in Tabelle I resp. II zur Auswertung.

In einer zweiten Serie führten wir unsere Untersuchungen mit Zähnen durch, welche entweder mit HERMETIC "normal" oder mit HERMETIC "quick" bzw. mit GUTTAPERCHA-POINTS gefüllt und bei denen je zur Hälfte die ^{32}P -Aktivität im Pulpenkavum resp. an der Wurzelspitze appliziert worden war.

Da wir in dieser Serie aus technischen Gründen mit einer neuen Standardlösung arbeiteten, ergaben sich für einen Tropfen der ^{32}P -Lösung im Mittel 4 030 355 Imp/Min, der Leerwert der Apparatur betrug 10 - 20 Imp/Min.

Die Impulsraten der Wurzeln, welche mit HERMETIC "normal" und mit HERMETIC "quick" gefüllt waren, lagen sowohl bei Applikation der Aktivitätslösung im Pulpenkavum als auch bei Applikation an der Wurzelspitze (Tab. II) im Bereich des Leerwertes der Apparatur.

Die Impulsraten der Wurzeln, welche mit GUTTAPERCHA-POINTS gefüllt waren, zeigten sich bei beiden ^{32}P -Applikationsarten in nahezu allen Proben mehr oder weniger gegenüber dem ermittelten Leerwert erhöht. Näheres ist aus den Tabellen III, IV, V, VI, zu ersehen. Wie zuvor im Kapitel "Die Schnitte" beschrieben, ist mit Schnitt I der Bereich um die Wurzelspitze, mit Schnitt II der Bereich aus der Mitte der Wurzel, mit Schnitt III der Bereich unter dem Pulpenkavum gekennzeichnet.

Nach Korrektur der Radioaktivitätsmeßwerte (Quench- und Volumenkorrektur) errechneten wir die Mittelwerte der in

den einzelnen Serien applizierten Aktivität ($\bar{x}$), d.h. die Mittelwerte des auf die Wurzelkanalfüllungen aufgetragenen Tropfens der ^{32}P -Lösung, und der einzelnen Wurzelschnitte ($\bar{x}$) für jede Versuchsserie.

Für die jeweiligen Mittelwerte wurde die Standardabweichung errechnet, und zwar sowohl als mittlerer Fehler der Einzelmessung (S) als auch als mittlerer Fehler des Mittelwertes ($S_{\bar{x}}$).

$$S = \sqrt{\frac{\sum(f^2)}{n-1}} \quad S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum(f^2)}{n(n-1)}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

f = Abweichung der Einzelwerte vom Mittelwert

n = Anzahl der Proben

Die gemessenen Impulsraten der aufgetragenen ^{32}P -Tropfen haben wir in μCi , die Impulsraten der Schnitte in Prozent der applizierten Aktivität des ^{32}P -Tropfens umgerechnet.

357964

CHANNEL
RED
GREEN
BLUEDISCRIMINATORS
A 50 B 275
C 275 D 1000
E 50 F 1000GAIN
50%
50%
50%BACKGROUND
SUBTRACTIONLOW ACTIVITY
SAMPLE REJECT

DATE 20.1.1966 SHEET NO. I

EXPT. 32 P-CERENKOV Zahnschnitte

NAME: THERMATIC "normal" v. Fulpenkavum 32 P

SAMPLE	DESCRIPTION	TIME		COUNTS			COUNTS PER TIME			EFFICIENCY DETERMINATION			
		NO.	MIN-SEC	RED	GREEN	BLUE	RED	GREEN	BLUE	R/G	AUTO STD	G/R/B STD	AUTO B/R/B STD
Standard	1 gtt auf 20 ml	10101	5.000	461115	372197	835545	92203	74439	167109	.807			
		10102	5.000	457839	370302	828684	91567	74060	165736	.808			
		10103	5.000	449517	351733	801952	89903	70346	160390	.782			
Leerwert (Kontrollle)		10104	10.000	352	418	775	17	20	38	1.032			
		10105	10.000	365	377	741	18	18	37	.94			
		10106	10.000	321	440	762	16	22	38	1.064			
SERIE III Zahn A	1	10107	10.000	233	210	444	23	21	44	.901			
	2	10108	10.000	273	214	491	27	21	49	.875			
	3	10109	10.000	252	238	495	25	23	49	.948			
Zahn B	1	10110	10.000	206	170	375	20	17	37	.825			
	2	10111	10.000	204	224	429	20	22	42	1.089			
	3	10112	10.000	262	251	421	26	25	42	.976			
Zahn C	1	10113	10.000	208	229	440	20	22	44	1.100			
	2	10114	10.000	231	221	458	23	22	45	.956			
	3	10115	10.000	201	212	409	20	21	40	1.054			
Zahn D	1	10116	10.000	235	219	454	23	21	45	.931			
	2	10117	10.000	187	197	386	18	19	38	1.053			
	3	10118	10.000	199	173	373	19	17	37	.869			
Zahn E	1	10119	10.000	225	215	442	22	21	44	.955			
	2	10120	10.000	216	207	423	21	20	42	.958			
	3	10121	10.000	218	229	470	21	22	47	1.050			
Zahn F	1	10122	10.000	205	219	425	20	21	42	1.068			
	2	10123	10.000	208	188	396	20	18	39	.903			
	3	10124	10.000	178	201	384	17	20	38	1.129			

TABELLE I

3575819

CHANNEL
RED
GREEN
BLUE

DISCRIMINATORS
A 50 B 275
C 275 D 1000
E 50 F 1000

GAIN
50%
50%
50%

BACKGROUND
SUBTRACTION
/
/
/

LOW ACTIVITY
SAMPLE REJECT
/
/
/

DATE 21./22.2.1966 SHEET NO. 1

EXPT. 32P-CERENKOV Zahnchnitte
NAME HERMETIC "normal" 32P von der Wur-
gatte 018

SAMPLE	DESCRIPTION	TIME			COUNTS			COUNTS PER TIME			EFFICIENCY DETERMINATION		
		NO.	MIN-SEC		RED	GREEN	BLUE	RED	GREEN	BLUE	R/G	AUTO STD	AUTO B/G
Leerwert (Kontrolle)		1101	2.000		24	21	44	12	10	22	.813		
		1102	2.000		11	14	26	5	7	13	1.111		
		1103	2.000		12	16	30	5	8	15	1.078		
Zahn A	1	1104	10.000		49	68	118	4	6	11	1.387		
	2	1105	10.000		66	57	120	6	5	12	.863	2.408	1.735
	3	1106	10.000		65	78	143	6	7	14	1.200	1.818	
Zahn B	1	1107	10.000		68	76	143	6	7	14	1.117	2.200	
	2	1108	10.000		63	64	127	6	6	12	1.015	2.102	
	3	1109	10.000		56	73	132	5	7	13	1.303	2.357	
Zahn C	1	1110	10.000		57	67	127	5	6	12	1.175	2.28	
	2	1111	10.000		46	77	124	4	7	12	1.673	2.695	
	3	1112	10.000		55	71	127	5	7	12	1.290	2.309	
Zahn D	1	1113	10.000		54	53	108	5	5	10	.981	2.000	
	2	1114	10.000		56	75	131	5	7	13	1.339	2.339	
	3	1115	10.000		71	73	141	7	7	14	1.028	1.985	
Zahn E	1	1116	10.000		65	90	155	6	9	15	1.364	2.384	
	2	1117	10.000		116	126	239	11	12	23	1.086	2.060	
	3	1118	10.000		62	75	135	6	7	13	1.209	2.177	
Zahn F	1	1119	10.000		50	65	116	5	6	11	1.300	2.320	
	2	1120	10.000		73	71	145	7	7	14	.972	1.986	
	3	1121	10.000		62	65	124	6	6	12	1.048	2.000	
Zahn G	1	1122	10.000		76	82	157	7	8	15	1.078	2.065	
	2	1123	10.000		63	70	132	6	7	13	1.111	2.095	
	3	1124	10.000		118	96	216	11	9	21	.813	1.830	

- 42 -

TABELLE II

Tabelle III

GUTTAPERCHA-SPITZEN

³²P vom Pulpenkavum aus appliziert

Leerwert : 10 Imp/min

Zahn	Schnitt	Imp/min	%
A	S I	10	./.
	S II	11	./.
	S III	528	0,013
B	S I	8	./.
	S II	528	0,013
	S III	3279	0,081
C	S I	14	./.
	S II	10	./.
	S III	218	0,0054
D	S I	462	0,011
	S II	29521	0,73
	S III	99949	2,48
E	S I	49	0,001
	S II	1941	0,048
	S III	25828	0,64
F	S I	19	./.
	S II	1843	0,046
	S III	49284	1,22
G	S I	35	./.
	S II	386	0,009
	S III	5379	0,133
H	S I	46	0,001
	S II	2863	0,071
	S III	25973	0,65
I	S I	11	./.
	S II	7	./.
	S III	290	0,007
K	S I	11	./.
	S II	49	0,001
	S III	4484	0,11
L	S I	19	./.
	S II	693	0,017
	S III	3683	0,09
M	S I	1670	0,041
	S II	8475	0,21
	S III	51911	1,29
N	S I	7	./.
	S II	11807	0,294
	S III	24304	0,62
O	S I	19	./.
	S II	16	./.
	S III	20447	0,507

Tabelle IV

GUTTAPERCHA-SPITZEN

³²P von der Wurzelspitze aus appliziert
 Leerwert: 19 Imp/min

Zahn	Schnitt	Imp/min	%
A	S I	14	./.
	S II	13	./.
	S III	14	./.
B	S I	11	./.
	S II	13	./.
	S III	14	./.
C	S I	12	./.
	S II	14	./.
	S III	13	./.
D	S I	13	./.
	S II	12	./.
	S III	13	./.
E	S I	169	0,004
	S II	10	./.
	S III	32	./.
F	S I	20969	0,52
	S II	3599	0,09
	S III	543	0,014
G	S I	13	./.
	S II	12	./.
	S III	11	./.

Tabelle V

GUTTAPERCHA-SPITZEN

^{32}P vom Pulpenkavum aus appliziert

$$\begin{aligned}\text{S I} \quad \bar{x} &= 196 \text{ Imp/min} = 0,00419 \% \\ S &= \pm 493,6 \text{ Imp/min} = \pm 0,012 \% \\ S \quad \bar{x} &= \pm 117,5 \text{ Imp/min} = \pm 0,00291 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{S II} \quad \bar{x} &= 4153 \text{ Imp/min} = 0,103 \% \\ S &= \pm 7958,0 \text{ Imp/min} = \pm 0,198 \% \\ S \quad \bar{x} &= \pm 2110 \text{ Imp/min} = \pm 0,0524 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{S III} \quad \bar{x} &= 22540 \text{ Imp/min} = 0,559 \% \\ S &= \pm 27650 \text{ Imp/min} = \pm 0,686 \% \\ S \quad \bar{x} &= \pm 7392 \text{ Imp/min} = \pm 0,183 \%\end{aligned}$$

Standard ^{32}P

$$\begin{aligned}\bar{x} &= 4 \ 030 \ 355 \text{ Imp/min} = 6,0495 \text{ micro Ci}=100\% \\ S &= \pm 55 \ 374 \text{ Imp/min} = \pm 0,08312 \text{ micro Ci=} \\ &\quad \pm 1,373 \% \\ S \quad \bar{x} &= \pm 31970 \text{ Imp/min} = \pm 0,0479 \text{ micro Ci} = \\ &\quad \pm 0,793 \%\end{aligned}$$

Tabelle VI

GUTTAPERCHA-SPITZEN

^{32}P von der Wurzelspitze aus appliziert

$$\begin{aligned}\text{S I} \quad \bar{x} &= 3029 \text{ Imp/min} = 0,075 \% \\ S &= \pm 7815 \text{ Imp/min} = \pm 0,193 \% \\ S_{\bar{x}} &= \pm 2945 \text{ Imp/min} = \pm 0,0732 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{S II} \quad \bar{x} &= 525 \text{ Imp/min} = 0,013 \% \\ S &= \pm 1355 \text{ Imp/min} = \pm 0,0336 \% \\ S_{\bar{x}} &= \pm 512 \text{ Imp/min} = \pm 0,0127 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{S III} \quad \bar{x} &= 92 \text{ Imp/min} = 0,0023 \% \\ S &= \pm 199 \text{ Imp/min} = \pm 0,0049 \% \\ S_{\bar{x}} &= \pm 75 \text{ Imp/min} = \pm 0,0019 \%\end{aligned}$$

V. Diskussion

Als eine der Hauptforderungen an eine Wurzelkanalfüllung gilt deren Wandständigkeit, da es eine undichte Füllung ermöglicht, daß Mikroorganismen, Toxine und Abbauprodukte über den Apex einer Wurzel hinaus in das Gewebe gelangen können. Solche, insbesondere apikal undichten Wurzelkanalfüllungen sind röntgenologisch noch einwandfrei, zeigen jedoch nicht selten als zeitliche Folge periapikale Prozesse.

Untersuchungen über die Wandständigkeit sind mit Farblösungen, Blasendruckmethode (KNAPPWOST u.a.), Bakterien (HEINEMANN u.a.) und radioaktiven Substanzen (SPRETER von KREUDENSTEIN u.a.) durchgeführt worden. Diese Methoden haben den Nachteil, daß sie nur qualitative Resultate bringen.

Wir haben erstmalig, neben Autoradiographien (=qualitative Ergebnisse), quantitativ mit Hilfe der CERENKOV-Strahlung gearbeitet.

Da es sehr wichtig ist, ob eine Wurzelkanalfüllung apikal dicht abschließt, applizierten wir unsere radioaktive Testlösung nicht nur vom Wurzelkanaleingang sondern auch vom Apex der Wurzel.

Unsere Untersuchungen mit HERMETIC "normal" und HERMETIC "quick" (früher beides als Fokalminzement bezeichnet), ergaben eine völlige Undurchlässigkeit für das Radionuklid ^{32}P in allen Versuchsanordnungen. Wir konnten damit die Resultate von STROTHMANN, ROTTKE, BÖCKMANN und ZAHRADKA bestätigen.

In vergleichenden Untersuchungen zur Prüfung der Dichtigkeit mehrerer Wurzelkanalfüllmaterialien mit ^{32}P und ^{131}J
er

kam ZAHRADKA sowohl mit Autoradiographien als auch mit Zählrohrmessungen zu Ergebnissen, welchen auch unsere Auswertungen entsprechen:

CaOH ₂	Fokalmin zement	Härtende Fokalmin paste	Alkaperm zement	Diaket	Phosphat zement	Riebler paste	AH 26
13	o	o	107	o	32	15	o
25	o	o	109	o	264	24	o
137	o	o	127	o	369	115	o
195	o	o	181	o	682	151	o
2062	1483	12438	5285	3406	2583	15345	20186

Die Zahlen geben die Impulswerte/Minute an
(nach ZAHRADKA)

Seine Zählrohrergebnisse sind aber nur als quantitative Annäherungswerte anzusehen.

HERMETIC ist aber nicht nur wandständig, sondern, wie ZAHRADKA feststellen konnte, auch reizlos gegenüber empfindlichen Geweben. Das Verhalten gegenüber chemischen und physikalischen Einflüssen ist als sehr gut zu beurteilen (STROTHMANN et.al.), ebenso erscheint die hohe Expansion von 3,35% von Vorteil.

"Als einzig zuverlässiges Material kann danach nur Fokalminzement (HERMETIC) angesehen werden, da bei den übrigen Füllmitteln zum Teil im apikalen Bereich oder aber über die gesamte Wurzel eine Durchlässigkeit aufzuweisen war" (ZAHRADKA).

Auf Grund unserer Untersuchungen, der zuvor durchgeführten Versuche und der aufgestellten Forderungen, insbesondere Randdichtigkeit, kommen wir zu der Auffassung, daß eine Wurzelkanalfüllung mit den Materialien HERMETIC "normal" und HERMETIC "quick" im Augenblick einer guten Versorgung des Pulpenraumes ohne Einschränkung entspricht.

Bei unseren Untersuchungen mit GUTTAPERCHA-POINTS haben wir eine Durchlässigkeit festgestellt, ein Resultat, das im Gegensatz zu anderen Autoren staecht (HEINEMANN, GARSKE u.a.). Die Durchlässigkeit zeigte sich vor allem bis zur Mitte der Wurzel bei Applikation des Radionuklids am Wurzelkanaleingang. Bei Aufbringen des ^{32}P an der Wurzelspitze war nur in einzelnen Fällen eine Undichte vorhanden.

Unsere Ergebnisse mit der CERENKOV-Strahlung waren in diesen Fällen besonders wertvoll, da wir feststellen konnten, wieviel - zumeist sehr geringe Mengen - eingedrungen war.

Da jahrzehntelange klinische Anwendung von GUTTAPERCHA-POINTS zur Wurzelkanalfüllung (u.a. an der Universitäts-Klinik für Zahn- Mund- und Kieferkrankheiten in Marburg) klinisch außerordentlich gute Resultate zeigte, scheint die sehr geringe Durchlässigkeit eine untergeordnete Rolle zu spielen, zumal die von der Wurzelspitze aus untersuchten Kanalfüllungen zumeist dicht waren.

Der besondere Vorteil der GUTTAPERCHA ist in der unbedingten Unlöslichkeit und der Gewebsverträglichkeit zu sehen (BERNHARD, EULIG u.a.).

C. Zusammenfassung

In der zahnärztlichen Praxis wird eine Vielzahl an Möglichkeiten geboten, einen Wurzelkanal abzufüllen. Als eine der wichtigsten an ein Wurzelkanalfüllmaterial zu stellende Forderung gilt die Wandständigkeit.

Wir überprüften die Wandständigkeit mit Hilfe von ^{32}P durch Autoradiographien sowie mittels Aktivitätsbestimmung über die CERENKOV-Strahlung bei HERMETIC "normal", HERMETIC "quick" und GUTTAPERCHA-POINTS. Durch Impulsauszahlung über den CERENKOV-Effekt ließen sich wohl erstmals quantitative Resultate erzielen.

Die Applikation des ^{32}P geschah in Form von Orthophosphorsäure (0,33 mCi/ml) sowohl vom Pulpenkavum als auch von der Wurzelspitze extrahierter und entsprechend vorbereiteter Zahnwurzeln aus. Die radioaktive Substanz hatte eine Einwirkungszeit bis zu mehreren Tagen. Anschließend wurden die Wurzeln geschnitten, für die Autoradiographen in Längshälften und Querschnitte, für die Untersuchungen über die CERENKOV-Strahlung nur in Querschnitte.

Sowohl die Wurzelkanalfüllungen mit HERMETIC "quick" als auch mit HERMETIC "normal" erwiesen sich als absolut dicht; wir konnten weder bei den Autoradiographien noch bei den Untersuchungen mit der CERENKOV-Strahlung ein Vordringen von ^{32}P feststellen.

Die mit GUTTAPERCHA-POINTS durchgeführten Wurzelkanalfüllungen zeigten nachfolgende Ergebnisse: Wurde das Radionuklid ^{32}P im Pulpenkavum appliziert, so war der Nachweis der Aktivität zu- meist nur in den dem Applikationsbereich benachbarten Wurzelquerschnitten - bis zur Mitte der Wurzel - zu erbringen. Wurde die radioaktive Lösung an der Wurzelspitze aufgebracht, so erwiesen sich die Wurzelkanalfüllungen in dem für den hermetischen Abschluß des Kanales so wichtigen apikalen Drittel in der Mehrzahl der Fälle als dicht.

D. Autoren-Verzeichnis

- AKÖZSOY : Versuche über die pharmakologischen Modifikationen und die Indikation der Wurzelfüllpaste nach Kantorowicz.
Dtsch. zahnärztl.Z. 19/140/1964
- ALTE : Wurzelfüllmittel
Handbuch der wissenschaftlichen Zahnheilkunde.
1930
- ARMSTRONG
SIMON : Penetration of Radiocalcium at the margins of filling materials.
J.Amer.dent.Ass. 43/684/1951
- ARNOLD : Die Stellung der Wurzelfüllung in der Zukunft.
Zahnärztl.Rdsch. 73/389/1964
- BERNHARD
EULIG : Die Reaktion des Knochengewebes auf in die Markhöhle implantierte GUTTAPERCHA.
Dtsch.Zahnärztebl. 7/295/1953
- BÜCKMANN
ROTTKE
STROTHMANN : Untersuchungen über die Wandständigkeit erhärtender Wurzelfüllmaterialien,
Dtsch.Zahnärztebl. 9/881/1955
- : Untersuchungen über die Wasseraufnahme von erhärtenden Wurzelfüllmaterialien.
Dtsch.Zahnärztebl. 10/567/1956
- : Untersuchungen über die Porosität von erhärtenden Wurzelfüllmaterialien.
Dtsch.Zahnärztebl. 10/527/1956
- : Abschließende Untersuchungen über Wurzelfüllmaterialien.
Dtsch.Zahnärztebl. 11/73/1957
- BALTERS : Die Wurzelfüllung.
Zahnärztl.Rdsch. 40/858/1931

- BARDASZOWNA : Durchlässigkeit der provisorischen Füllungs-
materialien für Farbstoffe und Bakterien.
Polska Stomatologie 7/2/1930
- CHASE : Correspondenzblatt für Zahnärzte 7/230/1878
- CSERNYEI : Die bakteriendichte Verschlußfähigkeit
der Guttapercha.
Zahnärztl.Rdsch. 40/1378/1931
- DEPENDORF : Die Wurzelfüllmaterialien und ihr Wert.
Ergebnisse der ges.Zahnheilkunde 3/971/1910
- ELANDER : Gruppeneinteilung der Füllmittel.
ZMK in Vorträgen 1944
- EULIG
BERNHARD : Die Reaktion verschiedener Gewebe auf
Guttapercha.
Dtsch.Zahnärztebl. 7/227/1953
- FECHTER : Die normale nichtoperative Wurzelfüllung
mit Silberamalgam.
Dtsch.Zahnärztl.Z. 3/1948
: Ergebnisse von Wurzelfüllungsbehandlungen.
Dtsch.Zahnärztl.Z. 10/1677/1955
- FISCHER : Der Tierversuch als Wertmesser der Wurzel-
behandlungsmethoden.
Fortschritte der Zahnheilkunde 7/1931
- FORSTER : Sui materiali da otturazione provisorie nella
practica odontii atrica : Guttapercha.
Dtsch.Mschr.Zahnheilk.49/554/1931
- FREITAG: : Betrachtungen über die Beständigkeit
der Wurzelfüllungen.
Dtsch.Zahnärztl.Wschr. 41/1204/1938
- GERLACH : zit.n.TRAUNER
- GARSKE : zit.n.STRAUB

- GÖRISCH : Untersuchungen über die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Wurzelfüllmaterialien Guttapercha und Kunstharz.
Med.Diss.Marburg 1949
- HABERER : Messung von Aktivitäten an wässrigen Proben auf Grund der cerenkov-Strahlung.
Atomwirtschaft 10/36/1965
- HAUENSTEIN : zit.n. STRAUB
- HEDSTRÖM : Die Bedeutung einer vollständigen Trockenlegung und absoluten wasserdichten Ausfüllung für eine erfolgreiche Pulpakanalbehandlung.
Korrespondenzblatt f.Zahnärzte 56/1/1932
- HEINEMANN : zit.n. STRAUB
- HEISS : Die Wurzelkanalbehandlung.
Dtsch.zahnärztl.Wschr. 44/709/1941
Dtsch.zahnärztl.Wschr. 45/241/1942
- HELLNER : zit.n. WANNENMACHER
- HEUSER : Zur Wurzelfüllung.
ZMK in Vorträgen 8/176/1951
- : Zur Frage der wurzelfüllung bei Radikaloperation der chronisch periapikalen Parodontitis.
Zahnärztl.Z. 1944
- : zit.n. STRAUB
- : Bedeutung der Beziehung zwischen Zahnsystem und Kieferhöhlenboden für die zahnärztl.Praxis.
Dtsch.Zahnärztebl. 7/1953
- HOFER
REICHENBACH
SP.v.KREUDENSTEIN
WANNENMACHER: Lehrbuch der klinischen Zahnheilkunde.
1963 /3.Aufl.
- KANTOROWICZ : Klinische Zahnheilkunde.
1929
- HEUSER : Die endgültige Abfüllung des Wurzelkanales.
Dtsch. zahnärztl. Z. 10/1662/1953

- KOSTECKA : Bakteriologische Untersuchungen an Wurzelfüllmaterialien.
Zahnärztl.Rdsch. 50/166/1941
: zit.n. TRAUNER
- KRAUSE : Untersuchungen über das Schicksal überstopfter Guttaperchawurzelfüllungen.
Med.Diss. Marburg 1949
- KRÖNCKE : zit.n. KREUDENSTEIN
- LEHMANN : Experimentelle Untersuchungen mit Hilfe von Radionukliden.
Diss. Marburg 1964
- LENTULO : Quintess.zahnärztl.Lit. Ref.Nr.215/1952
- LEOPOLD : Arsenfreie Devitalisation oder Vitalextirpation.
Dtsch.Zahnärztebl. 16/163/1962
: Exakte Wurzelfüllung.
Zahnärztl.Prax. 24/1959
- LIEBAU : zit.n. TSCHAMER
- LÜTHI : zit.n. MÜLLER
- MILLER : zit.n. TSCHAMER
- MÜLLER : Wurzelfüllmethoden.
Fortschr.Zahnheilkunde 5/444/1929
- MÜNCH : zit.n. FECHTER
- ORTH : Experimentelle Beiträge zur modernen Wurzelbehandlung.
Dtsch.zahnärztl.Wschr.29/73/1926
- PECCHIONI : Ricerche autoradiografiche von isotopi radioattivi sulla capacità di riempimento e sulla ermeticità di alcuni tra i più comuni materiali da otturazione radicolare.
Minerv.Stomat. 10/700/1961
- PICHLER
SMREKER
GOTTLIEB : zit.n. TRAUNER

- FLAČKOVA : Eine klinisch-experimentelle Studie über
 ŠIČHA Wurzelfüllmittel.
 Dtsch.Stomat. 284/1960
- PRINZ : zit.n. HEUSER
- SZABO : zit.n. DEPENDORF
- ROTTKE
 STROTHMANN : Beitrag über die Wandständigkeit von erhär-
 tenden Wurzelfüllmaterialien.
 Dtsch.Zahnärztebl. 9/692/1955
- ROTTKE
 STROTHMANN : Wandständigkeitsprüfung von erhärtenden
 Wurzelfüllmaterialien mit einer modifizierten
 Durchströmmethode.
 Dtsch.Zahnärztebl. 9/780/1955
- v.RECKOW : Gedanken zur Wurzelbehandlung.
 Dtsch.zahnärztl.Wschr. 42/521/1939
- REICH : Gewebtsfreundlichkeit von Kupferamalgam.
 Dtsch.zahnärztl.Z. 10/1022/1955
- SARGENTI : Handbuch der rationalisierten Wurzelbehandlung.
 1963
- SCHLESINGER: zit.n. TRAUNER
- SCHLUND : Erfahrungen mit einem Hydrocortison-
 Antibioticum-Präparat.
 Diss. Erlangen 1965
- SCHLUG : Erfahrungen auf dem Gebiet der Wurzelbehandlung.
 KÖSTERS : ZMK in Vorträgen 8/179/1951
- SCHUBERT : Die Wurzelbehandlungsmethode mit ... experimentell
 und klinisch gesehen.
 Zahnärztl.Welt 59/625/1958
- SOBKOWIAK : Behandlung mit Walkhoff'scher Jodoformpaste.
 Dtsch.Stomat. 14/353/1964
- SPRETER von KREUDENSTEIN
 KAYSER : Experimentelle Untersuchungen mit ³²P über die
 Flüssigkeitspassage in gefüllten Wurzelkanälen.
 Dtsch.zahnärztl.Z. 9/1377/1954

- : Weitere Untersuchungen.
Dtsch.zahnärztl.Z. 8/143/1953
- : Weitere Untersuchungen.
Dtsch.zahnärztl.Z. 8/539/1953
- STRAUB : Chloroguttapercha als Wurzelfüllmaterial.
Diss.Marburg 1957
- TIGERSTÄDT : Einiges über die Füllung der Wurzelkanäle.
Ergebn.d.ges.Zahnheilk.1912
- TRAUNER : Die Wurzelkanalfüllung.
ZMK in Vorträgen 8/138/1951
- TSCHAMER : Prüfung einiger Wurzelfüllmaterialien auf ihre
Eigenschaften, insbesondere der Abschlußdichte.
Stoma(Heidelberg) 13/172/1960
- VEES : Ergebnisse der chirurgischen Wurzelbehandlung.
Dtsch.Zahnärztebl. 20/35/1966
- VEMMER
GÜTTE : Bestimmung von ^{32}P mit Hilfe der CERENKOV-Strahlung und eines verbesserten inneren Standards.
Atompraxis 10/475/1964
- WAINWRIGHT : Enamel penetration by radioactive salts.
J.Amer.dent.Ass. 43/673/1951
- WALKHOFF : Beitrag zur rationellen Wurzelbehandlung.
Dtsch.zahnärztl.Wschr. 32/531/1929
- WANNENMACHER: Die Wurzelkanalfüllung.
1954
- WEISER : Kritische Bemerkungen über verschiedene
Wurzelfüllmethoden.
Z.Stomat.1913
- WINKELMAIER : zit.n. FECHTER
- ZAHRADKA : Abschlußdichtigkeit einiger erhärtender
Wurzelfüllmaterialien mit ^{32}P und ^{131}J .
Dtsch.zahnärztl.Z. 15/946/1960
- : Über die Gewebsreaktion auf das Wurzelfüllmittel
Fokalminzement (HERMETIC).
Dtsch.zahnärztl.Z. 17/17/1962

Herrn Prof.Dr.med.dent. H.PANTKE danke ich aufrichtig für die Überlassung des Themas, insbesondere für seine verständnisvolle Unterstützung während der Abfassung der Arbeit.

Danken möchte ich besonders auch dem Direktor des Institutes für medizinische Isotopenforschung und Strahlenbiologie, Herrn Prof.Dr.Dr. E.H.GRAUL, sowie seinem Oberassistenten, Herrn Doz.Dr.E.SCHAUM-LÖFFEL, daß ich in diesem Institut arbeiten durfte. Ohne diese Möglichkeit und die ständige wissenschaftliche Beratung und Hilfe hätte diese Arbeit nicht durchgeführt werden können.

Mein Dank gilt auch dem Inhaber der Firma "lege artis" in Stuttgart, Herrn Ing. H.PFANDL, der durch seine sehr großzügige Unterstützung bei der Beschaffung der recht kostspieligen Materialien diese Arbeit ermöglichte.

Lebenslauf

Am 29. November 1938 wurde ich, Gert Friedrich Haedke, in Stuttgart als zweiter von vier Söhnen des Dr. med. Kurt Haedke und seiner Ehefrau Dr. med. Eva Haedke, geb. Rettenmeyer, geboren. 1944 kam ich in die Volksschule. Nach der Übersiedlung nach Bad Hersfeld legte ich am dortigen Gymnasium am 4. März 1958 die Reifeprüfung ab. Im Sommersemester 1958 ließ ich mich an der Universität Tübingen für die Medizinische Fakultät immatrikulieren. Dort bestand ich nach zwei Semestern die naturwissenschaftliche Vorprüfung, wechselte im vierten Semester an die Philipps-Universität Marburg über. Dort begann ich 1961 nach nichtbestandener ärztlicher Vorprüfung mit dem Studium der Zahnheilkunde. 1962 bestand ich die zahnärztliche Vorprüfung und nach weiteren fünf Semestern am 19. August 1965 die zahnärztliche Prüfung. Seit dem 13. September 1965 bin ich als Assistent bei Dr. med. dent. W. Combecher in Cölbe tätig.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren und Dozenten:

in Tübingen : Brecht, Brunner, Buddecke, Bünning, Feneis, Gieseler, Grell, Krüger, Mörike, Müller, Rüdorff, Tonutti, Weinert, Weitzel.

in Marburg: Braun-Falco, Bommer, Bücher, Dölle, Erhardt, Gedigk, Hamm, Hartmann, Hennis, Hensel, Hering, Heuser, Hornund, Janke, Korb, Kottmeyer, Krebs, Lang, Mann, Marx, Maurath, Niessing, Pantke, Petry, Rosemann, Schiff, Siegert, Siess, Schmid, Schmitz.

